


Національна академія наук України
Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного
(ІМВ НАН України)

03143, м. Київ, вул. Академіка Заболотного, 154
тел.: +380445261179
факс.: +380445262379

 ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор Інституту мікробіології
і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАНУ,
академік НАН України
Микола СПІВАК
1 вересня 20 25 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ДВА04 ПРОТИВІРУСНИЙ ІМУНІТЕТ (шифр і назва навчальної дисципліни)

освітня програма **третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти**
(назва освітньої програми)

напрямок підготовки **доктора філософії**

Галузь знань 09 - Біологія (Е Природничі науки, математика та статистика)
Спеціальність 091 Біологія та біохімія (Е1 Біологія та біохімія)
Спеціалізація Вірусологія

Обсяг, кредитів: 60 год 2 кредити
Форма підсумкового контролю: іспит

Робоча програма навчальної дисципліни «Противірусний імунітет» для підготовки докторів філософії з галузі знань **09 Біологія** (Е Природничі науки, математика та статистика), спеціальність **091 Біологія та біохімія** (Е1 Біологія та біохімія) денної форми навчання за ОП вірусологія розглянуто та затверджено на засіданні Вченої ради, протокол № 8 від 26.08.2025 р.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Лазаренко Людмила Миколаївна – доктор біологічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу проблем інтерферону та імуномодуляторів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, вул. Академіка Заболотного, буд.154, 03143, м. Київ, Україна, тел.: +380442946949.

Співак Микола Якович – академік НАН України, доктор біологічних наук, головний науковий співробітник відділу проблем інтерферону та імуномодуляторів Інституту мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, вул. Академіка Заболотного, буд. 154, 03143, м. Київ, Україна, тел.: +380442946949.

©Лазаренко Л.М., © Співак М.Я. 2025

©Інститут мікробіології і вірусології ім. Д.К. Заболотного НАН України, 2025

Зміст

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	4
2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	5
3. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ, ВІДПОВІДНІСТЬ ПРОГРАМНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ТА РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ КОМПОНЕНТАМ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ	5
4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ	11
4.1. Анотація дисципліни	11
4.2. Структура навчальної дисципліни	13
4.2.1. Тематичний план.....	13
4.2.2. Навчально-методична картка дисципліни	15
4.3. Форми організації занять.....	18
4.3.1. Теми практичних занять	18
4.3.2. Індивідуальні завдання	19
4.3.3. Індивідуальна навчально-дослідна робота	19
4.3.4. Теми самостійної роботи студентів	21
5. МЕТОДИ НАВЧАННЯ.....	22
5.1. Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності.....	22
5.2. Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності	22
5.3. Інклюзивні методи навчання	22
6. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ	23
6.1. Загальні критерії оцінювання навчальних досягнень аспірантів	23
6.2. Система оцінювання роботи аспірантів упродовж семестру	24
6.3. Оцінка за теоретичний і практичний курс: шкала оцінювання національна та ЄКТС .	25
6.4. Оцінка за іспит: шкала оцінювання національна та ЄКТС.....	25
6.5. Загальна оцінка з дисципліни: шкала оцінювання національна та ЄКТС.....	25
6.6. Розподіл балів, які отримують аспіранти	26
6.7. Орієнтовний перелік питань до іспиту (заліку)	26
6.8. Орієнтовні тестові завдання	27
7. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ	29
7.1. Глосарій (термінологічний словник)	29
7.2. Рекомендована література.....	36
7.3. Інформаційні ресурси	37
8. МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ.....	38

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, освітній ступінь / освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни
		<i>денна форма навчання</i>
Загальний обсяг кредитів – 2	Галузь знань 09 біологія (Е Природничі науки, математика та статистика)	Вид дисципліни вибіркова
	Спеціальність 091 Біологія та біохімія (Е1 Біологія та біохімія)	Цикл підготовки професійний
Модулів 1 – (<i>поточне тестування</i>)	Спеціалізація 03.00.06 - вірусологія	Рік підготовки:
Змістових модулів – 3		3-й
Загальний обсяг годин для денної форми навчання – 60 год.	Мова викладання, навчання та оцінювання: українська	Семестр
		6-й
		Лекції
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 год. самостійної роботи здобувача – 4 год.	Освітньо-кваліфікаційний рівень: Доктор філософії	10 год.
		Практичні, семінарські
		20 год.
		Лабораторні
		0 год.
		Самостійна робота
		30 год.
Індивідуальні завдання: год.		
Вид семестрового контролю: іспит		

Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 50 %

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета навчальної дисципліни «Противірусний імунітет» – формування у аспірантів теоретичних базових знань, необхідних для встановлення основних закономірностей формування противірусного імунітету у сучасних реаліях функціонування імунної, ендокринної та нервової систем; створення науково обґрунтованих підходів до визначення механізмів імунопатогенезу вірусних захворювань та шляхів корекції імунних порушень; засвоєння навичок застосування імунологічної методології для оцінювання імунного статусу за вірусних інфекцій.

Завданням навчальної дисципліни є опанування:

теоретичних знань та практичних навичок аспірантами щодо визначення основних закономірностей розвитку противірусного імунітету, його нейроімуноендокринної регуляції, встановлення механізмів стійкості вірусів до дії факторів вродженого та набутого імунітету, а також формування у них здатності до аналізу питань, пов'язаних з особливостями впливу вірусів на імунну відповідь із урахуванням внутрішньоклітинного типу їх репродукції з використанням клітинних механізмів синтезу макромолекул; еволюційної стійкості віріонів до дії ферментних систем макроорганізму та деяких агресивних факторів зовнішнього середовища, а також їх здатності модифікувати клітинну мембрану інфікованих клітин.

3. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ, ВІДПОВІДНІСТЬ ПРОГРАМНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ ТА РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ КОМПОНЕНТАМ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми аспіранти за програмою «Противірусний імунітет» повинні:

знати:

- фундаментальні і прикладні задачі імунології та тенденції розвитку сучасної біології; мати уявлення про основні шляхи їх вирішення;
- основні поняття дисципліни імунологія: типи імунітету (природний та штучний, активний та пасивний тощо), антигени, антитіла, цитокіни, рецептори, толерантність тощо.
- сучасну класифікацію антигенів, поняття антигенності та імуногенності, особливості структури і функцій вірусних антигенів;
- механізми розвитку природженого противірусного імунітету (його клітинних та гуморальних факторів); роль рецепторів природженого імунітету, які розпізнають патогенпов'язані молекулярні шаблони вірусів, в індукції імунної відповіді; особливості процесингу і презентації вірусних антигенів;
- сучасні уявлення про систему інтерферону та її ключову роль в формуванні природженого противірусного імунітету; підходи до оцінювання інтерферонового статусу організму;
- структуру і функції набутого противірусного імунітету (його клітинних та гуморальних факторів), шляхи регуляції набутої імунної відповіді до вірусів, роль феномену подвійного розпізнавання в індукції противірусного імунітету;
- роль різних субпопуляцій Т- (Th1-, Th2-, Th17-клітин, Treg) і В-лімфоцитів (B1 та B2), а також специфічних до вірусів цитотоксичних Т-лімфоцитів і природних кілерних клітин в розвитку противірусного імунітету; сучасну класифікацію цитокінів;
- сучасну класифікацію імуноглобулінів, поняття авідності та афінності антитіл, механізми їх взаємодії з антигенами;

- особливості нейроімуноендокринної взаємодії в регуляції противірусного імунітету; адренергічний, дофамінергічний, холінергічний та нейропептидний шляхи впливу симпатичної та парасимпатичної нервової системи на імунну;
- класифікацію дисфункцій імунної системи; особливості вікової імунології;
- еволюційно набуті механізми ухилення РНК- та ДНК-вмісних вірусів від дії факторів імунної системи та особливості формування імунопатології при вірусних інфекціях;
- механізми генетичного контролю над функціонуванням імунної системи; роль головного комплексу гістосумісності (ГКГС); сутність генетичного контролю над структурою імуноглобулінів та силою імунної відповіді;
- основні підходи до оцінювання імунного статусу за вірусних інфекцій та принципи імунотерапії цього контингенту хворих;
- як аналізувати і самостійно працювати над літературними джерелами з різних розділів курсу та як розширити дослідницькі уміння в області імунології, аналізувати і робити відповідні висновки.

вміти:

- володіти основними ключовими сучасними методологічними підходами до оцінювання стану клітинної та гуморальної ланок природженого та набутого імунітету;
- отримувати клітин імунної системи із імунних органів, а також виділяти лейкоцити із периферійної крові та визначати лейкоцитарну формулу крові;
- встановлювати оптимальні шляхи введення імуногенів лабораторним тваринам залежно від їх природи, кількості та особливостей індукції імунної відповіді;
- оцінювати функціональний стан клітин фагоцитарної системи, в тому числі за допомогою методу проточної цитофлюориметрії;
- визначати популяції та субпопуляції Т- і В-лімфоцитів, а також досліджувати їх активність за допомогою методу імунофенотипування;
- на основі дослідження продукції різних цитокінів, у тому числі інтерферонів у культурі клітин імунної системи оцінювати активність CD4+ Т-лімфоцитів Th1-, Th2-, Th17-типу і Treg, а також антигенпредставляючих клітин;
- скласти план експериментального дослідження відповідно до поставлених завдань та основних етапів експерименту;
- оформити протокол дослідження, обробити та узагальнити отримані результати, зробити висновки і практичні рекомендації;
- використовувати отримані знання про особливості розвитку та регуляції противірусного імунітету для розроблення науково обґрунтованих підходів до індивідуалізованої тактики імунотерапії хворих на вірусні інфекції;
- аналізувати потенційні прикладні аспекти застосування досягнень сучасної біології;
- розробляти для впровадження безпечні технології, проектувати зразки імунобіотехнологічних продуктів на основі сучасних технологічних та наукових досягнень в галузі біології;
- розробляти методичне забезпечення і проведення навчання та перевірки знань з питань особливостей розвитку противірусного імунітету.
- **комунікативні навички:** представляти результати пошуку та аналізу наукової літератури у вигляді презентацій та доповідей, використовуючи сучасні технології, а також вміти вести наукову дискусію при їх обговоренні.
- **автономність та відповідальність:** у самостійній роботі здійснювати пошук та аналіз літератури за тематикою наукової роботи та суміжними проблемами, на базі проаналізованих даних формувати алгоритм власних досліджень та проводити аналіз отриманих результатів, використовуючи відповідні програми обробки даних, нести відповідальність за визначення новизни наукових досліджень.

Відповідно до вимог Національної рамки кваліфікацій восьмого рівня освіти дисципліна забезпечує набуття аспірантами таких *компетентностей*:

Інтегральна компетентність (ІК):

ІК1. Здатність продукувати нові ідеї, розв'язувати комплексні проблеми у певній галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, застосовувати методологію наукової та педагогічної діяльності, а також проводити власне наукове дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення.

Загальні компетентності (ЗК):

ЗК01. Формування системного наукового світогляду, професійної етики та загального культурного кругозору.

ЗК02. Здатність вчитися впродовж життя й оволодівати сучасними знаннями з метою поглиблення теоретичних і методичних знань у галузі біології та суміжних наук, а також спеціалізованими концептуальними знаннями, які є основою для оригінального абстрактного мислення, аналізу, синтезу та інноваційної діяльності, та застосовувати отримані знання на практиці.

ЗК03. Здатність генерувати нові ідеї, вирішувати наукові проблеми, розробляти та управляти проєктами якісно та на сучасному науковому рівні

ЗК04. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси у науковій та освітній діяльності в тому числі для пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК05. Здатність до усної та письмової презентації результатів власного наукового дослідження українською мовою та наукової комунікації.

ЗК09. Здатність діяти на основі етичних кодексів і професійної етики науковця, діяти соціально, відповідально та свідомо.

Спеціальні (фахові, предметні) (СК):

СК01. Здатність до продукування нових ідей і розв'язання комплексних завдань у галузі біології і, зокрема, вірусології, а також до застосування сучасних методологій, методів та інструментів педагогічної та наукової діяльності за фахом.

СК02. Глибокі фундаментальні і прикладні знання і розуміння історії, основних концепцій, сучасних теоретичних і практичних проблем біологічної науки та вірусології як її складової.

СК03. Спроможність демонструвати знання та розуміння суттєвих фактів, концепцій, принципів та теорій біологічної і, зокрема, вірусологічної науки.

СК04. Здатність до критичного оцінювання, інтерпретації та синтезу нової інформації та даних у галузі біології і, зокрема, вірусології.

СК05. Здатність формулювати наукову проблему, робочі гіпотези досліджуваної проблеми, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань та/або професійної практики.

СК06. Здатність планувати, організувати і здійснювати оригінальні наукові дослідження на сучасному науковому рівні та з використанням міжнародних стандартів і протоколів, обирати оптимальні шляхи і методи їх реалізації, самостійно розробляти та запроваджувати біологічну методологію для створення нових знань у біології, зокрема у вірусології та суміжних науках.

СК09. Здатність дотримуватись етичних норм та принципів академічної доброчесності, вимог чинного законодавства про авторське право в науковій та науково-педагогічній діяльності.

Робоча програма «Противірусний імунітет» забезпечує набуття здобувачами вищої освіти здатності до аналізу питань, формування у аспірантів теоретичних базових знань, пов'язаних з встановлення механізмів формування противірусного імунітету; створення науково обґрунтованих підходів до визначення імунопатогенезу вірусних захворювань; засвоєння навичок застосування імунологічної методології для оцінювання імунного статусу за вірусних інфекцій.

Програмні результати навчання ОП	Методи навчання	Форми та методи оцінювання
ПР1 (Зн1). Концептуальні та методологічні знання з біології та вірусології як її складової, історії її розвитку та сучасного стану наукових знань	Лекція, практичні заняття, самостійна робота.	Виступ на практичному занятті, підготовка реферату.
ПР5 (Зн5). Уявлення про сучасний стан вірусології та використання вірусів у медицині, фармакології, біотехнології, аграрній та промисловій сферах	Лекція, семінарські заняття, самостійна робота.	Виступ на семінарському занятті.
ПР7 (Зн7). Знання наукових праць провідних зарубіжних вчених, наукових шкіл та фундаментальних праць у галузі фахового дослідження	Лекція, практичні заняття, самостійна робота.	Виступ на практичному занятті.
ПР8 (Зн8). Знання методологічних принципів та методів наукового дослідження	Лекція, практичні заняття, самостійна робота.	Виступ на практичному занятті.
ПР10 (Зн10). Знання принципів підготовки запиту на фінансування науково-дослідного проекту, включаючи формування структури кошторисів на виконання науково-дослідної роботи та підготовку звітної документації	Лекція, практичні/семінарські заняття, обговорення і дискусія, самостійна робота.	Виступ на семінарському занятті.
ПР11 (Зн11). Знання процедури встановлення наукової новизни, актуальності і практичної значимості власних наукових досліджень та критичної оцінки встановлених фактів	Практичні/семінарські заняття, обговорення і дискусія, самостійна робота.	Виступ на семінарському занятті.
ПР14 (Ум1). Описувати та аналізувати процеси на молекулярному, клітинному та організменному рівнях на основі фундаментальних загальнонаукових принципів і знань	Практичні/семінарські заняття, обговорення і дискусія, самостійна робота.	Виступ на практичному занятті.

<p>ПР15 (Ум2) Демонструвати глибоке знання передових сучасних концептуальних і методологічних знань в галузі науково-дослідницької та/або професійної діяльності в галузі біології й на межі предметних галузей знань та досконале володіння термінологією</p>	<p>Самостійна робота.</p>	<p>Виступ на практичному занятті.</p>
<p>ПР16 (Ум3) Планувати та реалізовувати наукові та/або інноваційні дослідження, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику та розв'язувати значущі наукові проблеми з урахуванням соціальних, економічних та екологічних аспектів</p>	<p>Практичні/семінарські заняття, обговорення і дискусія, самостійна робота.</p>	<p>Виступ на практичному занятті.</p>
<p>ПР17 (Ум4). Працювати з науковою літературою, що передбачає здійснення моніторингу наукових джерел інформації, аналіз та критичну оцінку даних літератури з метою виявлення найбільш актуальних та малодосліджених питань</p>	<p>Самостійна робота.</p>	<p>Виступ на практичному занятті.</p>
<p>ПР20 (Ум7). Готувати усні та письмові презентації результатів власного наукового дослідження державною мовою.</p>	<p>Лекція, практичні/семінарські заняття, обговорення і дискусія, самостійна робота.</p>	<p>Виступ на семінарському занятті, підготовка презентації</p>

Рядок дисципліни в «Матриці відповідності загальних програмних компетентностей компонентам освітньої програми»

	ЗК 01	ЗК 02	ЗК 03	ЗК 04	ЗК 05	ЗК 09
ДВА04	+	+	+	+	+	+

Рядок дисципліни в «Матриці відповідності спеціальних (фахових) програмних компетентностей компонентам освітньої програми»

	СК 01	СК 02	СК 03	СК 04	СК05	СК09
ДВА04	+	+	+	+	+	+

**Рядок дисципліни в «Матриці забезпечення програмних результатів навчання (ПРН)
відповідними компонентами освітньої програми»**

	ПР1	ПР5	ПР7	ПР8	ПР10	ПР12	ПР14
ДВА04	+	+	+	+	+	+	+
	ПР15	ПР16	ПР17	ПР20			
ДВА04	+	+	+	+			

4. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ПРОТИВІРУСНИЙ ІМУНІТЕТ»

4.1. Анотація дисципліни

Програма вивчення навчальної дисципліни вільного вибору аспірантів «Противірусний імунітет» складена відповідно до науково-освітньої програми підготовки аспірантів зі спеціальності 091 Біологія (спеціалізація 03.00.06 - вірусологія). Дисципліна вивчає основні закономірності формування противірусного імунітету у сучасних реаліях функціонування імунної, ендокринної та нервової систем; створення науково обґрунтованих підходів до визначення механізмів імунопатогенезу вірусних захворювань та шляхів корекції імунних порушень; засвоєння навичок застосування імунологічної методології для оцінювання імунного статусу за вірусних інфекцій.

Змістовний модуль 1. «Сучасні поняття про імунний захист організму. Фактори природженого та набутого імунітету. Механізми ініціації, розвитку та регуляції імунної відповіді. Основи противірусного імунітету»

Тема № 1. Імунологія як міждисциплінарна наука, основні історичні етапи, сутність та еволюція імунітету, види та форми імунної відповіді.

Предмет імунології як міждисциплінарної науки. Фундаментальні і прикладні задачі імунології. Системний підхід в імунології. Основні поняття імунології: типи імунітету (природний та штучний, активний та пасивний), антигени, антитіла, цитокіни, рецептори, толерантність. Первинні та вторинні органи імунної системи, будова лімфатичної системи та лімфоїдних органів ссавців. Основні рівні організації системи імунітету; утворення клітин імунної системи, їх дозрівання і диференціювання.

Тема 2. Фактори природженої імунної відповіді у захисті організму від вірусів та інших патогенів, природа антигенів. Система інтерферону.

Структура і функції системи природженого імунітету. Механічні (фізичні) і фізико-хімічні бар'єри. Клітинні та гуморальні фактори природженого імунітету у захисті організму від вірусів. Антигени, природа антигенів, гаптени, антигенні деремінанти, специфічність та класифікація антигенів, антигени організму людини та мікроорганізмів. Особливості структури і функції антигенів вірусів; індуковані вірусами антигени; антигени трансформованих вірусами клітин. Поняття та умови антигенності; імуногенність. Потогенпов'язані молекулярні шаблони вірусів, рецептори доімунного розпізнавання та їх роль у розвитку імунної відповіді і запалення. Презентація та процесинг антигенів. Механізми ініціації, розвитку та регуляції природженого імунітету. Термолабільні віруснейтралізуючі інгібітори. Інгібітори вірусної активності. Класифікація інгібіторів сироватки, тканин, секретів тощо. Роль кофактора та пропердину у противірусному імунітеті. Система інтерферону. Інтерфероновий статус організму та його оцінювання

Тема 3. Основні принципи розвитку набутого імунітету при вірусних інфекціях. Нейроімуноендокринна взаємодія в регуляції імунної відповіді.

Структура і функції системи набутого імунітету, стратегія і тактика розпізнавання антигенів вірусів. Клітинні та гуморальні фактори набутої імунної відповіді. Залучення різних популяцій Т- та В-лімфоцитів в розвиток імунної відповіді Th1-, Th2-, Th17-типу. Роль специфічних до вірусів цитотоксичних Т-лімфоцитів і природних клітин-кілерів у захисті від вірусних інфекцій. Сучасна класифікація цитокінів, закономірності функціонування цитокінів, рецептори цитокінів, шляхи передачі внутрішньоклітинного сигналу. Будова антитіл, класифікація імуноглобулінів, механізми утворення антитіл та особливості їх взаємодії з антигенами. Теорія різноманітності антитіл (теорія імунітету). Авідність та афінність антитіл. Комплемент та його роль в посиленні противірусного впливу антитіл. Роль нейроімуноендокринної взаємодії в регуляції імунної відповіді при вірусних інфекціях; адренергічний, дофамінергічний, холінергічний та нейропептидний шляхи впливу симпатичної та парасимпатичної нервової системи на імунну.

Практичні заняття:

Заняття 1. Дослідження органів імунної та лімфатичної системи ссавців. Виділення клітин імунної системи.

Заняття 2. Виділення лейкоцитів периферійної крові. Вивчення лейкоцитарної формули крові.

Заняття 3. Індукція імунної відповіді. Шляхи введення імуногенів лабораторним тваринам.

Самостійні заняття

Заняття 1. Типи Толл-подібних рецепторів та їх роль в розпізнаванні антигенів вірусів та інших патогенів.

Заняття 2. Імунні механізми гальмування запального процесу при вірусних інфекціях.

Заняття 3. Імунологічна толерантність та імунологічна пам'ять.

Змістовний модуль 2. «Дисфункція імунної системи. Імунодефіцитні хвороби та імунна недостатність»

Тема 4. Формування первинних і вторинних імунодефіцитів. Імунна недостатність. Імунологічні аспекти вікової імунології.

Класифікація дисфункцій імунної системи. Первинні імунодефіцити клітинної та гуморальної ланок імунітету. Первинні імунодефіцити, пов'язані з дефектами гранулоцитів. Первинні комбіновані імунодефіцити. Первинний дефіцит білків комплементу. Вторинні імунодефіцитні захворювання та імунологічна недостатність. Особливості вікової імунології. Еволюційно набуті механізми ухилення вірусів від дії факторів імунної системи. Особливості формування імунопатології при вірусних інфекціях. Регуляція імунної відповіді при вірусних інфекціях. Механізми генетичного контролю над функціонуванням імунної системи; ГКГС, зв'язок між поліморфізмом генів ГКГС та інфекційними захворюваннями вірусного генезу.

Практичні заняття:

Заняття 4. Визначення титру антитіл у сироватці крові в реакції аглютинації. Принципи методу імунохроматографії.

Заняття 5. Дослідження функціональної активності клітин фагоцитарної системи.

Заняття 6. Методологічні підходи до оцінювання функцій фагоцитів за допомогою методу проточної цитофлюориметрії.

Самостійні заняття

Заняття 4. Феномен подвійного розпізнавання в індукції противірусного імунітету.

Заняття 5. Природа вірусів, які інфікують клітини імунної системи.

Змістовний модуль 3. «Імунопатологія та імуноterapia вірусних інфекцій»

Тема 5. Порушення імунної відповіді при ВІЛ-інфекції, а також інфекціях, викликаних вірусами папіломи людини, вірусами герпетичної групи та іншими вірусами

Формування набутого імунодефіциту у хворих на ВІЛ-інфекцію. Особливості розвитку імунної відповіді при герпетичних інфекціях. Імунопатологічні аспекти вітряної вісти, оперізуючого лишая, а також інфекційних захворювань центральної нервової системи вірусного генезу. Вірус-індукований цитокіновий дисбаланс у розвитку та клінічно несприятливому перебігу папіломавірусної інфекції і асоційованих з нею неопластичних захворювань. Папіломавірусна інфекція та системи інтерферону. Імунопатогенез коронавірусної хвороби COVID-19. Роль вірусів у розвитку аутоімунних захворювань, у тому числі розсіяного склерозу. Основні принципи оцінювання імунного статусу організму та імуноterapiї хворих на вірусні інфекції.

Практичні заняття:

Заняття 7. Методологічні підходи до дослідження продукції цитокінів у культурі клітин імунної системи.

Заняття 8. Методологічні підходи до імунофенотипування клітин імунної системи. Проточна цитометрія.

Самостійні заняття

Заняття 6. Віруси та аутоімунні хвороби: імунопатогенез та імунодіагностика.

Заняття 7. Роль вірусів герпетичної групи в розвитку імунопатології за інфекційно-запальних захворювань у центральній нервовій системі.

Заняття 8. Діагностичні рівні лабораторної діагностики імунного статусу.

Заняття 9. Принципи застосування імунотропних препаратів при лікуванні хворих з імунодефіцитними захворюваннями.

Підсумкове семінарське заняття «Особливості формування порушення імунної відповіді за вірусних інфекції та механізми їх регуляції»

Дисципліни, вивчення яких обов'язково передує цій дисципліні:

«Вірусологія»,

Дисципліни, вивчення яких ідуть після цієї дисципліни:

«Імунопрофілактика, імунотерапія та імунодіагностика вірусних інфекцій»

4.2. Структура навчальної дисципліни

4.2.1. Тематичний план

Назви змістових модулів і тем	Розподіл годин між видами робіт (денна форма)						с.р.	Форми та методи контролю знань
	Усього	Аудиторна						
		у тому числі						
Л.	Сем.	Пр.	Лаб.	Інд.				
Змістовий модуль 1. «Сучасні поняття про імунний захист організму. Фактори природженого та набутого імунітету. Механізми ініціації, розвитку та регуляції імунної відповіді. Основи противірусного імунітету»								
Тема 1. Імунологія як міждисциплінарна наука, основні історичні етапи, сутність та еволюція імунітету, види та форми імунної відповіді	7	2		2			3	АР: лекція, практичне заняття СР: доповідь, презентація
Тема 2. Фактори природженої імунної відповіді у захисті організму від вірусів та інших патогенів, природа антигенів. Система інтерферону	7	2		2			3	АР: лекція, практичне заняття СР: підготовка доповідей, презентацій
Тема 3. Основні принципи розвитку набутого імунітету при вірусних інфекціях. Нейроімуноендокринна взаємодія в регуляції імунної відповіді	6	2		2			2	АР: лекція, практичне заняття СР: доповідь, презентація
Разом за змістовним модулем	20	6		6			8	
Змістовий модуль 2. «Дисфункція імунної системи. Імунодефіцитні хвороби та імунна недостатність»								
Тема 4. Формування первинних і вторинних імунодефіцитів. Імунна недостатність. Імунологічні аспекти вікової імунології	16	2		6			8	АР: лекція, практичне заняття СР: підготовка доповідей, презентацій
Разом за змістовним модулем 2	16	2		6			8	
Змістовий модуль 3. «Імунопатологія та імунотерапія вірусних інфекцій»								
Тема 5 Порушення імунної відповіді при ВІЛ-інфекції, а також інфекціях, викликаних вірусами папіломи людини, вірусами герпетичної групи та іншими вірусами	22	2	2	4			14	АР: лекція, практичне заняття СР: доповідь, презентація

Модульний контроль	2			2				
Разом за змістовним модулем 3	24	2	2	6			14	
Усього годин	60	10	2	18			30	

Примітки.1. Слід зазначати також теми, винесені на самостійне вивчення.2. *АР* – аудиторна робота, *СР* – самостійна робота, *ІНДЗ* – індивідуальне завдання.3. Можуть застосовуватися такі форми і методи контролю знань, як опитування, письмове завдання для самостійного опрацювання, реферат, співбесіда, огляд додаткової літератури, підготовка та проведення презентації, модульна контрольна робота, письмове тестування, експрес-тестування, комп'ютерне тестування тощо

Структурування навчальної дисципліни «Противірусний імунітет» за навчальними модулями та темами здійснюється на основі виділення інформації, необхідної та достатньої для всебічної характеристики змісту дисципліни з точки зору набуття майбутніх професійних компетентностей. При формуванні змісту робочої програми навчальної дисципліни враховано основні напрямки розвитку галузі, досягнення сучасної науки та техніки, взаємозв'язок компонентів логічної структури змісту різних навчальних дисциплін, передбачених навчальним планом тощо, що виключає дублювання навчального матеріалу при вивченні спільних для різних курсів проблем.

4.2.2. Навчально-методична картка дисципліни ПРОТИВІРУСНИЙ ІМУНІТЕТ

Разом: 60 год., лекції – 10 год., практичні заняття – 18 год., індивідуальні заняття – 0 год., самостійна робота – 30 год., підсумковий контроль – 2 год.

Модулі	Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2			Змістовий модуль 3		
Назва модуля	Сучасні поняття про імунний захист організму. Фактори природженого та набутого імунітету. Механізми ініціації, розвитку та регуляції імунної відповіді. Основи противірусного імунітету			Дисфункція імунної системи. Імунодефіцитні хвороби та імунна недостатність			Імунопатологія та імунотерапія вірусних інфекцій		
Кількість балів за модуль	21			21			18		
Лекції	1	2	3	4			5		
Теми лекцій	Імунологія як міждисциплінарна наука, основні історичні етапи, сутність та еволюція імунітету, види та форми імунної відповіді	Фактори природженої імунної відповіді у захисті організму від вірусів та інших патогенів, природа антигенів. Система інтерферону	Основні принципи розвитку набутого імунітету за вірусних та інших інфекцій. Нейроімунно-ендокринна взаємодія в регуляції імунної відповіді	Формування первинних і вторинних імунодефіцитів. Імунна недостатність. Імунологічні аспекти вікової імунології			Порушення імунної відповіді при ВІЛ-інфекції, а також інфекціях, викликаних вірусами папіломи людини, вірусами герпетичної групи, SARS-CoV-2 та іншими вірусами.		
Теми практичних/семинарських	Дослідження органів імунної та лімфатичної системи ссавців. Виділення клітин імунної системи.	Вивчення лейкоцитарної формули крові. Виділення лейкоцитів периферійної	Індукція імунної відповіді. Шляхи введення імуногенів лабораторним	Визначення титру антитіл у сироватці крові в реакції аглютинації.	Дослідження функціональної активності клітин фагоцитарної системи.	Оцінювання функцій фагоцитів за допомогою методу проточної	Методичні підходи до дослідження продукції цитокінів, у тому числі інтерферонів у	Імунофенотипування клітин імунної системи. Проточна цитометрія	Особливості формування порушення імунної відповіді за вірусних інфекцій та механізми їх

		крові	тваринам	Принципи методу імунохрома- тографії		цитофлю- ориметрії	культурі клітин імунної системи		регуляції (підсумковий семінар)
--	--	-------	----------	---	--	-----------------------	------------------------------------	--	---------------------------------------

Практичні/ семінарські	2	2	2	2	2	2	2	2	4
Індивіду- альна робота	5			5			5		
Контрольна робота/Тест и							5		
ІНДЗ	10			10					
Підсумкови й контроль	Іспит (40 балів)								

4.3.Форми організації занять

4.3.1.Теми практичних/семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження органів імунної та лімфатичної системи ссавців. Виділення клітин імунної системи.	2
2	Виділення лейкоцитів периферійної крові. Вивчення лейкоцитарної формули крові.	2
3	Індукція імунної відповіді. Шляхи введення імуногенів лабораторним тваринам.	2
4	Визначення титру антитіл у сироватці крові в реакції аглютинації. Принципи методу імунохроматографії.	2
5	Дослідження функціональної активності клітин фагоцитарної системи.	2
6	Методологічні підходи до оцінювання функцій фагоцитів за допомогою методу проточної цитофлюориметрії.	2
7	Методологічні підходи до дослідження продукції цитокінів, у тому числі інтерферонів у культурі клітин імунної системи.	2
8	Методологічні підходи до імунофенотипування клітин імунної системи. Проточна цитометрія.	2
9	Особливості формування порушення імунної відповіді за вірусних інфекції та механізми їх регуляції (<i>Підсумкове семінарське заняття</i>).	2
	Всього	18

4.3.2. Індивідуальні завдання

Підготовка реферату, доповіді та презентації (за вибором студента) на тему:

1. Три рівні імунного захисту від вірусних патогенів. .
2. Стратегія і тактика розпізнавання факторами вродженого імунітету вірусних антигенів.
3. Класифікація поверхневих CD та методичні підходи до імунофенотипування клітин.
4. Стратегія і тактика розпізнавання вірусних антигенів факторами набутого імунітету.
5. Термолабільні віруснейтралізуючі інгібітори.
6. Класифікація інгібіторів вірусної активності та їх роль в противірусному імунітеті.
7. Роль пропердину у розвитку противірусного імунітету.
8. Класифікація цитокінів та механізми впливу вірусів на їх продукцію.
9. Вірус-індуковані цитокінові порушення у розвитку та прогресуванні вірусних інфекцій.
10. Особливості розвитку імунопатології при герпетичних інфекціях.
11. Механізми зриву толерантності при вірусних інфекціях.
12. Зв'язок природженого та набутого імунітету при вірусних інфекціях.
13. Інфікування імунокомпетентних клітин вірусами та розвиток імунопатології.
14. Система інтерферону і розвиток противірусного імунітету.
15. Особливості презентації антигенів вірусів, феномен подвійного розпізнавання.
16. Генетичний контроль над силою імунної відповіді за вірусних інфекцій.
17. Імунопатологічні аспекти папіломавірусної інфекції та асоційованих з нею передпухлинних захворювань людини.
18. Імунопатологія при вірусних інфекціях.
19. Механізми уникнення вірусами дії факторів імунної системи.
20. Основні методичні підходи до оцінювання імунного статусу за вірусних інфекцій.
21. Роль вірусів в розвитку аутоімунних захворювань, в тому числі в центральній нервовій системі.
22. Механізми регуляції імунної відповіді за вірусних інфекцій.

4.3.3. Індивідуальна навчально-дослідна робота (навчальний проект)

Індивідуальна навчально-дослідна робота (ІНДР) є видом позааудиторної індивідуальної діяльності аспіранта, результати якої використовуються у процесі вивчення програмового матеріалу навчальної дисципліни. Завершується виконання аспірантом ІНДР прилюдним захистом навчального проекту.

Індивідуальне навчально-дослідне завдання (ІНДЗ) з курсу – це вид науково-дослідної роботи аспіранта, яка містить результати дослідницького пошуку, відображає певний рівень його навчальної компетентності.

Мета ІНДЗ: самостійне вивчення частини програмового матеріалу, систематизація, узагальнення, закріплення та практичне застосування знань із навчального курсу, удосконалення навичок самостійної навчально-пізнавальної діяльності.

Зміст ІНДЗ: завершена теоретична або практична робота у межах навчальної програми курсу, яка виконується на основі знань, умінь та навичок, отриманих під час лекційних, семінарських, практичних занять і охоплює декілька тем або весь зміст навчального курсу.

Види ІНДЗ, вимоги до них та оцінювання:

- ✓ конспект із теми (модуля) за заданим планом (**2 бали**);
- ✓ конспект із теми (модуля) за планом, який аспірант розробив самостійно (**3 бали**);
- ✓ анотація прочитаної додаткової літератури з курсу, бібліографічний опис, тематичні розвідки (**3 бали**);
- ✓ повідомлення з теми, рекомендованої викладачем (**2 бали**);
- ✓ повідомлення з теми (без рекомендації викладача): сучасні відкриття з теми, аналіз інформації, самостійні дослідження (**3 бали**);
- ✓ дослідження різноманітних питань з тематики дисципліни у вигляді есе (**5 балів**);
- ✓ дослідження з тематики дисципліни у вигляді реферату (охоплює весь зміст

навчального курсу) – **10 балів**.

Орієнтовна структура ІНДЗ – науково-педагогічного дослідження у вигляді реферату: вступ, основна частина, висновки, додатки (якщо вони є), список використаних джерел.

Критерії оцінювання та шкалу оцінювання подано відповідно у таблицях нижче.

**Критерії оцінювання ІНДЗ
(дослідження у вигляді реферату)**

№ з/п	Критерії оцінювання роботи	Максимальна кількість балів за кожним критерієм
1.	Обґрунтування актуальності, формулювання мети, завдань та визначення методів дослідження	2 бали
2.	Складання плану реферату	1 бал
3.	Критичний аналіз суті та змісту першоджерел. Виклад фактів, ідей, результатів досліджень у логічній послідовності. Аналіз сучасного стану дослідження проблеми, розгляд тенденцій подальшого розвитку даного питання	4 бали
4.	Дотримання правил реферування наукових публікацій	0,5 бали
5.	Доказовість висновків, обґрунтованість власної позиції, пропозиції щодо розв'язання проблеми, визначення перспектив дослідження	2 бали
6.	Дотримання вимог щодо технічного оформлення структурних елементів роботи (титульний аркуш, план, вступ, основна частина, висновки, додатки (якщо вони є), список використаних джерел, посилання	0,5 бали
Разом		10 балів

Оцінка за ІНДЗ у вигляді реферату: шкала оцінювання національна та ECTS

Оцінка за 100-бальною системою		Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
9 – 10	відмінно	5	A	відмінно
7,5 – 8,9	добре	4	BC	добре
6,0 – 7,4	задовільно	3	DE	задовільно
1 – 5,9	незадовільно	2	FX	незадовільно з можливістю повторного виконання

4.3.4.Теми самостійної роботи аспірантів

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Типи Толл-подібних рецепторів та їх роль в розпізнавання антигенів вірусів та інших патогенів	3
2	Імунні механізми гальмування запального процесу за вірусних та інших інфекцій	3
3	Імунологічна толерантність та імунологічна пам`ять	2
4	Феномен подвійного розпізнавання в індукції противірусного імунітету	4
5	Природа вірусів, які інфікують клітини імунної системи	4
6	Віруси та аутоімунні хвороби: імуноапогenez та імунодіагностика	3
7	Роль вірусів герпетичної групи в розвитку імунопатології за інфекційно-запальних захворювань у центральній нервовій системі	2
8	Діагностичні рівні лабораторної діагностики імунного статусу	2
9	Принципи застосування імуноотропних препаратів при лікуванні хворих з імунодефіцитними захворюваннями	3
10	Підготовка презентаційних робіт	4
	Всього	30

КАРТА САМОСТІЙНОЇ (індивідуальної) РОБОТИ АСПІРАНТА

Змістовий модуль та теми курсу	Академічний контроль	Бали	Термін виконання (тижні)
Змістовий модуль 1			
Теми 1-3. Повідомлення, презентації, відповідно до тематики лекційного та практичного курсу		5	I-II
Змістовий модуль 2			
Тема4. Повідомлення, презентації, відповідно до тематики лекційного та практичного курсу		5	I-II
Змістовий модуль 3			
Тема 5. Повідомлення, презентації, відповідно до тематики лекційного та практичного курсу		5	I-II
<i>Всього: 30 год.</i>		<i>Всього: 15 балів</i>	

5. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

5.1. Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності

1. За джерелом інформації:

- *словесні*: лекція (традиційна, проблемна тощо) із застосуванням комп'ютерних інформаційних технологій (презентація PowerPoint), семінари, пояснення, розповідь, бесіда;
- *наочні*: спостереження, ілюстрація, демонстрація;
- *практичні*: вправи.

2. *За логікою передачі і сприйняття навчальної інформації*: індуктивні, дедуктивні, аналітичні, синтетичні.

3. *За ступенем самостійності мислення*: репродуктивні, пошукові, дослідницькі.

4. *За ступенем керування навчальною діяльністю*: під керівництвом викладача; самостійна робота аспірантів із літературою; виконання індивідуальних навчальних проєктів.

5.2. Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

Методи стимулювання інтересу до навчання: навчальні дискусії; створення ситуації пізнавальної новизни; створення ситуацій зацікавленості (метод цікавих аналогій тощо).

5.3. Інклюзивні методи навчання

1. Методи формування свідомості: бесіда, диспут, лекція, приклад, пояснення, переконання.
2. Метод організації діяльності та формування суспільної поведінки особистості: вправи, привчання, виховні ситуації, приклад.
3. Методи мотивації та стимулювання: вимога, громадська думка. Вважаємо, що неприпустимо застосовувати в інклюзивному вихованні методи емоційного стимулювання – змагання, заохочення, переконання.
4. Метод самовиховання: самопізнання, самооцінювання, саморегуляція.
5. Методи соціально-психологічної допомоги: психологічне консультування, аутотренінг, стимуляційні ігри.
6. Спеціальні методи: патронат, супровід, тренінг, медіація.
7. Спеціальні методи педагогічної корекції, які варто використовувати для цілеспрямованого виправлення поведінки або інших порушень, викликаних спільною причиною. До спеціальних методів корекційної роботи належать: суб'єктивно-прагматичний метод, метод заміщення, метод "вибуху", метод природних наслідків і трудовий метод.

6. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Поточний (модульний–письмовий, усний) та підсумковий контроль.

Форма підсумкового контролю успішності навчання.

Підсумковий контроль – **іспит**.

Навчальна дисципліна оцінюється за модульно-рейтинговою системою. Вона складається з трьох змістових модулів.

Результати навчальної діяльності аспіранта оцінюються за 100 бальною шкалою в кожному семестрі окремо.

За результатами поточного, модульного та семестрового контролів виставляється підсумкова оцінка за 100-бальною шкалою, національною шкалою та шкалою ECTS.

Модульний контроль: кількість балів, які необхідні для отримання відповідної оцінки за кожен змістовий модуль упродовж семестру.

Семестровий (підсумковий) контроль: виставлення семестрової оцінки аспірантам, які опрацювали теоретичні теми, практично засвоїли їх і мають позитивні результати, набрали необхідну кількість балів.

Загальні критерії оцінювання успішності аспірантів, які отримали за 4-бальною шкалою оцінки «відмінно», «добре», «задовільно», «незадовільно», подано в таблиці нижче.

Кожний модуль включає бали за поточну роботу аспіранта на семінарських, практичних, лабораторних заняттях, виконання самостійної роботи, індивідуальну роботу, модульну контрольну роботу.

Виконання модульних контрольних робіт здійснюється в режимі комп'ютерної діагностики або з використанням роздрукованих завдань.

Реферативні дослідження та есе, які виконує аспірант за визначеною тематикою, обговорюються та захищаються на семінарських заняттях.

Модульний контроль знань аспіранта здійснюється після завершення вивчення навчального матеріалу модуля.

6.1. Загальні критерії оцінювання навчальних досягнень аспірантів

Оцінка	Критерії оцінювання
<i>«відмінно»</i>	Ставиться за повні та міцні знання матеріалу в заданому обсязі, вміння вільно виконувати практичні завдання, передбачені навчальною програмою; за знання основної та додаткової літератури; за вияв креативності в розумінні і творчому використанні набутих знань та умінь.
<i>«добре»</i>	Ставиться за вияв аспірантом повних, систематичних знань із дисципліни, успішне виконання практичних завдань, засвоєння основної та додаткової літератури, здатність до самостійного поповнення та оновлення знань. Але у відповіді аспіранта наявні незначні помилки.
<i>«задовільно»</i>	Ставиться за вияв знання основного навчального матеріалу в обсязі, достатньому для подальшого навчання і майбутньої фахової діяльності, поверхову обізнаність із основною і додатковою літературою, передбаченою навчальною програмою. Можливі суттєві помилки у виконанні практичних завдань, але аспірант спроможний усунути їх із допомогою викладача.
<i>«незадовільно»</i>	Виставляється аспірантові, відповідь якого під час відтворення основного програмового матеріалу поверхнева, фрагментарна, що зумовлюється початковими уявленнями про предмет вивчення. Таким чином, оцінка «незадовільно» ставиться аспірантові, який неспроможний до навчання чи виконання фахової діяльності після закінчення закладу вищої освіти без повторного навчання за програмою відповідної дисципліни.

6.2. Система оцінювання роботи студентів/аспірантів упродовж семестру

Вид діяльності студента / аспіранта	Максимальна кількість балів за одиницю	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	
		кількість одиниць	максимальна кількість балів	кількість одиниць	максимальна кількість балів	кількість одиниць	максимальна кількість балів
I. Обов'язкові							
1.1. Робота на семінарському і практичному занятті	2	3	6	3	6	4	8
1.2. Лабораторна робота (в тому числі допуск, виконання, захист)	10	-	-	-	-		
1.3. Виконання завдань для самостійної роботи (презентація)	5	1	5	1	5	1	5
1.4. Виконання модульної роботи	5			-	-	1	5
1.5. Виконання індивідуальних завдань (ІНДЗ)	10	1	10	1	10	-	-
	Разом	5	21	5	21	6	18
Максимальна кількість балів за обов'язкові види роботи: 60							
II. Вибіркові							
Виконання завдань для самостійного опрацювання							
2.1. Складання ситуаційних завдань із різних тем курсу	5						
2.2. Огляд літератури з конкретної тематики	5						
2.3. Складання ділової гри з конкретним прикладним матеріалом з будь-якої теми курсу	5						
2.4. Підготовка наукової статті з будь-якої теми курсу	10						
2.5. Участь у науковій конференції	5						
2.6. Дослідження українського чи закордонного досвіду	5						
	Разом					-	
Максимальна кількість балів за вибіркові види роботи: 0							
Всього балів за теоретичний і практичний курс: 60							

Кількість балів за роботу з теоретичним матеріалом, на практичних заняттях, під час виконання самостійної та індивідуальної навчально-дослідної роботи залежить від дотримання таких вимог:

- ✓ своєчасність виконання навчальних завдань;
- ✓ повний обсяг їх виконання;
- ✓ якість виконання навчальних завдань;
- ✓ самостійність виконання;
- ✓ творчий підхід у виконанні завдань;
- ✓ ініціативність у навчальній діяльності.

Обов'язковим для іспиту є відпрацювання практичних занять.

6.3. Оцінка за теоретичний і практичний курс: шкала оцінювання національна та ECTS

Оцінка за 100-бальною системою		Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
54 – 60 та більше	<i>відмінно</i>	5	A	<i>відмінно</i>
45 – 53	<i>добре</i>	4	BC	<i>добре</i>
36 – 44	<i>задовільно</i>	3	DE	<i>задовільно</i>
21 – 35	<i>незадовільно</i>	2	FX	<i>незадовільно з можливістю повторного складання</i>
1 – 20		2	F	<i>незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни</i>

6.4. Оцінка за іспит: шкала оцінювання національна та ECTS

Оцінка за 100-бальною системою		Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
36 – 40 та більше	<i>відмінно</i>	5	A	<i>відмінно</i>
30 – 35	<i>добре</i>	4	BC	<i>добре</i>
24 – 29	<i>задовільно</i>	3	DE	<i>задовільно</i>
14 – 23	<i>незадовільно</i>	2	FX	<i>незадовільно з можливістю повторного складання</i>
1 – 13		2	F	<i>незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни</i>

Перед іспитом аспіранти отримують перелік питань, що охоплюють зміст програми дисципліни. На іспит виносяться вивчені протягом семестру питання, типові задачі, ситуації, завдання, що потребують творчої відповіді та уміння синтезувати отримані знання і застосовувати їх при вирішенні практичних задач. Критерії оцінювання екзаменаційних завдань визначаються Інститутом, включаються до робочої програми дисципліни і доводяться доаспірантів на початку семестру.

6.5. Загальна оцінка з дисципліни: шкала оцінювання національна та ECTS

Оцінка за 100-бальною системою		Оцінка за національною шкалою		Оцінка за шкалою ECTS	
			іспит		
90 – 100	<i>відмінно</i>	<i>відмінно</i>		A	<i>відмінно</i>
82 – 89	<i>добре</i>	<i>добре</i>		B	<i>добре (дуже добре)</i>
75 – 81	<i>добре</i>			C	<i>добре</i>
64 – 74	<i>задовільно</i>	<i>задовільно</i>		D	<i>задовільно</i>
60 – 63	<i>задовільно</i>			E	<i>задовільно (достатньо)</i>
35 – 59	<i>незадовільно</i>	<i>незадовільно</i>		FX	<i>незадовільно з можливістю повторного складання</i>
1 – 34	<i>незадовільно</i>			F	<i>незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни</i>

6.6. Розподіл балів, які отримують аспіранти

Приклад для іспиту

Поточне тестування та самостійна робота					Разом, бал	Іспит, бал	Сума, бал
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2	Змістовий модуль 3				
T1	T2	T3	T4	T5	не більше 60	не більше 40	не більше 100
21		21	18				

T1, T2 ... T5 – теми змістових модулів.

Максимальна підсумкова оцінка після перескладання може бути лише «задовільно».

ПОЛІТИКА ДОБРОЧЕСНОСТІ

Виконання навчальних завдань і робота в курсі має відповідати вимогам «Кодексу Академічної доброчесності ІМВ НАНУ» (<https://imv.org.ua/akademichna-dobrochesnist-normatyvni-dokumenty/>)

6.7. Орієнтовний перелік питань до іспиту

1. Дайте тлумачення основних понять в імунології: типи і види імунітету, антигени, антитіла толерантність, імунологічна пам'ять. Що таке системний підхід в імунології? Які існують рівні організації імунної системи?
2. У чому полягають основні принципи функціонування імунної системи на локальному та системному рівнях?
3. Яка роль клітинних та гуморальних факторів природженого імунітету у захисті від вірусних інфекцій?
4. Яка природа вірусних антигенів, а також індукованих вірусами антигенів та антигенів трансформованих ними клітин? Які властивості антигенів, що таке антигенність та імуногенність?
5. Які основні механізми ініціації, розвитку та регуляції природженого противірусного імунітету?
6. Яку роль відіграють гуморальні фактори природженого імунітету у захисті від вірусних інфекцій?
7. Яка роль рецепторів доімуного розпізнавання в індукції та розвитку противірусного імунітету?
8. Система інтерферону та противірусний імунітет.
9. Вкажіть особливості процесингу та презентації вірусних антигенів.
10. Яка роль феномену подвійного розпізнавання в індукції противірусного імунітету;
11. Структура і функції системи адаптивного імунітету, його роль у захисті від вірусних інфекцій.
12. Роль різних субпопуляції CD⁺ Т-лімфоцитів в розвитку набутого противірусного імунітету та імунопатології.
13. Цитокинова регуляція активності специфічних до вірусів цитотоксичних Т-лімфоцитів та природних клітин-кілерів при вірусних інфекціях.
14. Сучасна класифікація цитокінів та закономірності їх продукції і функціонування за вірусних інфекцій.
15. Роль гуморальних факторів набутого імунітету в розвитку противірусної імунної відповіді.
16. Нейроімуноендокринна регуляція розвитку вродженого та набутого імунітету за вірусних інфекцій.
17. Дайте характеристику дисфункцій імунної системи і їх класифікацію.
18. Які відомі типи первинних імунодефіцитів імунної системи та яка їх роль в індукції та перебігу вірусних інфекцій?

19. Що таке імунологічна недостатність та вторинні імунодефіцитні захворювання і які механізми їх формування при вірусних інфекціях?
20. Які відомі еволюційно набуті механізми ухилення вірусів від дії імунної системи?
21. В чому полягають особливості формування імунопатології при різних вірусних інфекціях, у тому числі в центральній нервовій системі?
22. Які відомі причини порушення імунної відповіді при вірусних інфекціях та механізми їх регуляції?
23. Чи існує зв'язок між силою імунної відповіді до вірусів та поліморфізмом генів (вказіть яких саме у випадку позитивної відповіді)?
24. Яка роль герпесвірусів у розвитку імунопатології за інфекційно-запальних захворювань у центральній нервовій системі?
25. Які механізми формування набутого імунодефіциту у хворих на ВІЛ-інфекцію?
26. Які механізми формування набутого імунодефіциту у хворих на коронавірусну інфекцію COVID-19?
27. В чому полягають особливості розвитку імунної відповіді та формування імунодефіцитів за гепретичних інфекцій, викликаних вірусом простого герпесу I типу, цитомегаловірусом та вірусом Епштейна-Барр?
28. Які відомі імунопатологічні аспекти вітряної вісти та оперізуючого лишая?
29. Як віруси залучаються в імунопатогенез аутоімунних захворювань?
30. Які механізми розвитку вірус-індукованого цитокінового дисбалансу при папіломавірусній інфекції і асоційованих з нею неопластичних захворюваннях?
31. Яка роль системи інтерферону в індукції противірусного імунітету при папіломавірусній інфекції?

6.8. Орієнтовні тестові завдання.

<i>Тестові завдання різних типів</i>
<i>Питання 1. При розвитку вродженого противірусного імунітету у захист від вірусної інфекції залучаються такі його клітинні фактори, як</i>
1. Різні субпопуляції CD4+ T- лімфоцитів – Th1, Th2, Th17, Treg, а також CD19+ B-лімфоцити.
2. Клітини фагоцитарної системи.
3. Лише субпопуляції CD4+ T- лімфоцитів – Th1 та Th2.
4. CD19+ B-лімфоцити та Treg.
<i>Питання 2. Що таке феномен подвійного розпізнавання при індукції противірусного імунітету?</i>
1. Розпізнавання двох антигенів у комплексі з молекулами ГКГС рецепторами TCRT-лімфоцитів.
2. Розпізнавання антигена у комплексі з молекулами ГКГС рецепторами TCRT-лімфоцитів за одночасного розпізнавання молекул ГКГС CD4 або CD8 рецепторами T-лімфоцитів.
3. Одночасне розпізнавання молекули ГКГС CD4 або CD8 рецепторами T-лімфоцитів.
4. Розпізнавання антигена у комплексі з молекулами ГКГС CD4 або CD8 рецепторами T-лімфоцитів за одночасного розпізнавання молекул ГКГС рецепторами TCRT-лімфоцитів.
<i>Питання 3. При розвитку набутого противірусного імунітету у захист від вірусної інфекції залучаються такі його клітинні фактори, як:</i>
1. CD19+ B-лімфоцити та Treg.
2. Клітини фагоцитарної системи.
3. Лише субпопуляції CD4+ T- лімфоцитів – Th1 та Th2.
4. Різні субпопуляції CD4+ T- лімфоцитів – Th1, Th2, Th17, Treg, а також CD19+ B-лімфоцити.
<i>Питання 4. Розвиток противірусної імунної відповіді Th1-типу індукують такі цитокіни:</i>
1. Інтерферон-гама та інтерлейкіни-2, -12.
2. Інтерлейкін-4 та -10.
3. Інтерлейкін-10.
4. Взагалі не впливають.
<i>Питання 4. Розвиток противірусної імунної відповіді Th2-типу індукують такі цитокіни:</i>
1. Інтерлейкін-4 та -10.
2. Інтерферон-γ та інтерлейкіни-2 та -12.
4. Інтерлейкін-12.
5. Інтерферон-γ.
<i>Питання 6. Клітини головного мозку, що задіяні в розвиток протигерпетичної імунної</i>

відповіді в центральній нервовій системі:
1. Клітини мікроглії, астроцити.
2. Макрофаги, клітини мікроглії, астроцити, олігодендроцити, ендотеліальні клітини, перицити, нейрони.
3. Клітини мікроглії, астроцити, олігодендроцити, ендотеліальні клітини, перицити.
4. Лише клітини мікроглії.
Питання 7. Антитіла виробляються:
1. Т-хелперами.
2. В-клітинами.
3. Епітеліальними клітинами.
4. Плазматичними клітинами.
Питання 8. Імуноглобулін якого класу переважно утворюється в слизових оболонках?
1. IgD.
2. Секреторний IgA.
3. IgG.
4. IgE.
Питання 9. При фагоцитозі обов'язково мають місце перераховані стадії:
1. Фіксація сторонніх часток.
2. Занурення часток у цитоплазму.
3. Утворення фагосом.
4. Знищення сторонніх часток.
5. Виділення неперетравлених сторонніх часток.
Питання 10. Захисна дія інтерферонів:
1. Обумовлена зміною адсорбції вірусу на клітинній мембрані.
2. Обумовлена утворенням антивірусних білків, які порушують трансплантацію вірусної РНК.
3. Безпосередньо пов'язана з впливом на трансплантацію РНК вірусів.
4. Обумовлена порушенням процесу проникнення вірусів у клітину організму.

7. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

1. Опорний конспект лекцій з курсу «Противірусний імунітет».
2. Навчальна література відповідно до переліку рекомендованої до вивчення літератури.
3. Мультимедійні презентації відповідно до теоретичного курсу.
4. Лабораторія як демонстраційно-навчальний матеріал.

Науково-методичне забезпечення навчального процесу передбачає: державні стандарти освіти, навчальні плани, навчальні програми з усіх нормативних і вибіркового навчальних дисциплін; програми навчальної, вибіркової та інших видів практик; підручники і навчальні посібники; інструктивно-методичні матеріали до семінарських, практичних і лабораторних занять, індивідуальні, навчально-дослідні завдання; контрольні роботи; тестові варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи студентів.

7.1. Глосарій (термінологічний словник)

Авідність (функціональний афінітет) – сумарна сила, з якою зв'язуються між собою молекули антигена й антитіла; при цьому враховується валентність взаємовідношень. Авідність залежить як від афінності, так і від кількості активних центрів на молекулу антитіла.

Автоантитіла – антитіла, що реагують з антигенами власного організму. Автоімунне захворювання – наслідок того, що імунна система «помилково» атакує тканини власного організму.

Автологічний – стосується даного конкретного індивідууму, наприклад, автологічний трансплантат.

Ад'ювант – будь-яка речовина, що неспецифічно посилює імунну відповідь на конкретний антиген.

Алерген – антиген, який спричинює розвиток алергії.

Алергія – підвищення чутливості імунної системи організму до алергену (антигена) у разі повторного з ним контакту, що клінічно проявляється ушкодженням тканин організму.

Алогенний – термін, що позначає генетичні відмінності між індивідуумами одного виду.

Алотрансплантат – тканинний або органний трансплантат, отриманий від особи того самого виду.

Алотрансплантація – пересадження органів і тканин у межах одного виду.

Альтернативний шлях активації системи комплементу – шлях, який вирізняється тим, що активація системи комплементу починається з С3. Для активації за альтернативним шляхом не потрібно наявності в сироватці крові ЦІК. Активатором альтернативного шляху системи комплементу, як правило, є мікробні полісахариди.

Анафілотоксини – субстанції, як правило, С3А і С5А, здатні прямо активувати дегрануляцію тканинних базофілів (лаброцитів).

Анергія – потенційно зворотна, специфічна імунологічна толерантність, за якої лімфоцити стають функціонально неспроможними відносно певного антигена.

Антиген – будь-яка молекула, що може бути розпізнана антитілами або антигенрозпізнавальним Т-клітинним рецептором; буває як екзогенного, так і ендогенного походження.

Антигенпрезентувальна клітина (АПК) – клітина, здатна презентувати процесований антигенний пептид разом із молекулами МНС класу II для розпізнавання Т-клітинним антигенрозпізнавальним рецептором на Т-лімфоцитах хелперах (CD4⁺-клітини). До цієї категорії клітин відносять макрофаги-моноцити, В-лімфоцити і дендритні клітини. Однак більшість ядерних клітин організму має на своїй поверхні антигени МНС класу I, які також здатні представляти антиген у вигляді пептиду. Цей пептид, як відомо, розпізнається Т-лімфоцитами-кілерами (CD8⁺-клітини). Так само розпізнаються й вірусінфіковані клітини.

Антисироватка – сироватка, що містить антитіла.

Антитіло – імуноглобулін (розчинний білок), продукується плазматичними клітинами і здатний специфічно зв'язуватися з антигеном.

Апоптоз – одна з форм програмованої клітинної смерті, що характеризується ушкодженням ДНК під впливом ендонуклеази. Утворені в результаті апоптотичні тільця піддаються фагоцитозу. На відміну від некрозу, апоптоз – фізіологічний механізм смерті клітини, що завершила свою програму життя. Апоптотична загибель клітин не супроводжується запаленням.

Афінитет – поняття, яке характеризує ступінь відповідності, що визначає силу (міцність) зв'язку між антигеном і антитілом, рецептором і лігандом.

Базофіл – один із різновидів лейкоцитів периферійної крові, що відрізняється вмістом значної кількості лізосом і гранул (секреторних пухирців). На поверхні базофіла є рецептор до Fc-фрагмента IgE. Після зв'язування IgE, розташованого на поверхні базофіла, зі специфічним алергеном відбувається реакція дегрануляції з вивільненням значної кількості біологічно активних компонентів із гранул базофіла. До них належать, насамперед, гістамін, простагландини й лейкотрієни.

Білки теплового шоку (heat shock protein) – білкові молекули, що з'являються на поверхні клітин під час екстремальних змін навколишнього середовища (підвищення температури повітря, зміна рН, осмотичного тиску тощо). Одержали назву стресових білків.

Великі гранулярні лімфоцити – лімфоцити, які містять у своїй цитоплазмі гранули і функціонують як ПК- і К-клітини. Активовані CD8+-цитотоксичні лімфоцити також мають морфологічну картину великих гранулярних лімфоцитів.

Вірус імунодефіциту людини (ВІЛ) – вірус, що спричинює синдром набутого імунодефіциту (СНІД). Уражує переважно Т-лімфоцити-хелпери.

Вторинні месенджери – внутрішньоклітинні сигнальні медіатори, активація яких призводить до зміни функціонування інших клітинних білків, що реалізується у вигляді активації клітини.

Вторинний імунодефіцит – клініко-імунологічний синдром, що розвивається на тлі раніше нормально функціонуючої імунної системи; характеризується стійким зниженням кількісних і функціональних показників специфічних і (або) неспецифічних факторів імунітету і є фактором ризику хронічних інфекційних запальних захворювань, автоімунної патології, алергічних захворювань і пухлин.

Гаптен – молекула з низькою молекулярною масою, яка може бути розпізнана антитілами, але не є імуногенною доти, доки не буде кон'югована з молекулою носія. Молекула носія разом із гаптеном утворює загальний епітоп, повний антиген, що розпізнається Т-лімфоцитами-хелперами, і це призводить до «увімкнення» імунної відповіді.

Ген – одиниця генетичного матеріалу (ДНК), що посідає певне місце в хромосомі й містить інформацію, яку клітина використовує для виконання її специфічної функції (наприклад, для продукції певного білка).

Гермінативний (зародковий) центр – дискретні ділянки в межах лімфатичних вузлів і селезінки, де відбувається індуковане антигеном дозрівання В-клітин і накопичення В-клітин пам'яті.

Гідроксильний радикал – токсична форма кисню (ОН⁻), що продукується фагоцитами.

Гіперчутливість – імунна відповідь, внаслідок якої ушкоджуються органи або тканини. Зумовлена підвищенням реактивності організму внаслідок попередньої сенсibiliзації. Розрізняють гіперчутливість негайного й уповільненого типів. За класифікацією Джелла й Кумбса виділяють чотири типи реакції гіперчутливості. Гіперчутливість уповільненого типу – імунна реакція, що розвивається через 48-72 год. після контакту з антигеном і опосередковується вивільненням цитокінів із сенсibiliзованих Т-лімфоцитів із наступним залученням до вогнища запальних клітин.

Гістамін – вазоактивний амін, що вивільнюється з гранул базофілів периферійної крові й тканинних базофілів (гладком'язкових клітин). Один з основних компонентів, які беруть участь в алергічних реакціях негайного типу.

Гістосумісність – сумісність за антигенами ГКГ, так звана тканинна сумісність; означає здатність реципієнта прийняти трансплантат від донора. У разі визначення гістосумісності між донором і реципієнтом виявляють їхні фенотипи за антигенами локусів А, В, С, DR, DP і DQ. Для цього останнім часом застосовують як серологічне типування, так і ДНК-типування за допомогою ПЛР.

Головний комплекс гістосумісності (ГКГС; major histocompatibility complex – МНС) – генний комплекс, розташований на короткому плечі 6-ї хромосоми, що кодує молекули білків, частина з яких бере участь у презентації антигенів під час імунного розпізнавання. Крім загальної – МНС – прийнята також назва HLA (human leukocyte antigens). Білки, що кодуються генами ГКГ, є

маркерами «свого» (self) для імунної системи. За допомогою цих білків ГКГ імунна система відрізняє «своє» (self) від «чужого» (non-self). Розрізняють три класи молекул гістосумісності. Молекули МНС класу I присутні на всіх ядерних клітинах організму й кодується у людини переважно локусами A, B і C. Клас I антигенів гістосумісності бере участь у презентації антигена для попередників Т-лімфоцитів кілерів/супресорів (CD8+-клітин). Молекули МНС класу II експресуються на АПК – макрофагах, В-лімфоцитах і дендритних клітинах і кодується в людини локусами DR, DQ і DP. Клас II антигенів гістосумісності залучений до презентації антигенів для Т-лімфоцитів-хелперів (CD4+-клітини).

Гранулема – тканинний вузлик, що містить проліферувальні лімфоцити, фібробласти, а також гігантські й епітеліоїдні клітини. Два останніх представники клітин належать до активованих макрофагів, що формуються внаслідок запалення у відповідь на хронічну інфекцію або персистенцію антигена в тканинах.

Гранулоцити – лімфоїдні клітини, що містять цитоплазматичні гранули. Розрізняють три види гранулоцитів – нейтрофіли, еозинофіли і базофіли.

Гуморальний імунітет (гуморальна ланка імунітету) – захисні імунні реакції, виконувані за участю імуноглобулінів (антитіл), що продукуються В-лімфоцитами. У деяких ситуаціях ця ланка імунітету є переважною, наприклад, при антибактеріальній імунній відповіді. Дендритні клітини розрізняють фолікулярні й інтердигітальні дендритні клітини. Перші виявляють у В-зонах лімфатичних вузлів і селезінки, вони мають на своїй поверхні рецептор до Fc-фрагмента імуноглобулінів, але позбавлені антигенів МНС класу II, вони презентують антиген В-лімфоцитам. Інтердигітальні дендритні клітини містяться в Т-клітинних ділянках лімфатичних вузлів і селезінки, мають на своїй поверхні антигени МНС класу II, але не містять рецептори до Fc-фрагмента, беруть участь у презентації антигена для Т-лімфоцитів.

Диференціація Т- і В-клітин антигензалежна – процес перетворення зрілих, у стадії спокою Т- і В-лімфоцитів під впливом антигена на ефекторні клітини для Т-лімфоцитів – Т-хелпер-індуктори і Т-кілери, для В-лімфоцитів – плазматичні клітини.

Диференціація Т- і В-клітин антигеннезалежна – процес розвитку зі стовбурової клітини зрілого, в стадії спокою Т- або В-лімфоцита, готового до зустрічі з антигеном. Процес антигеннезалежної диференціації Т-лімфоцитів відбувається в тимусі, а В-лімфоцитів – у кістковому мозку.

Диференційний антиген – молекула на поверхні клітини, яка експресується на певних стадіях розвитку даної клітини.

Екзотоксин – патогенний білок, секретується бактеріальною клітиною.

Ендосоми – внутрішньоклітинні везикули (пухирці), за допомогою яких ендоцитований (поглинений) матеріал транспортується до лізосом.

Ендотоксин – ліпополісахарид, компонент клітинної стінки деяких видів грамнегативних бактерій, має імуностимулювальні властивості.

Ендоцитоз – поглинання клітиною чужорідного матеріалу шляхом інвагінації плазматичної мембрани, що призводить до розвитку внутрішньоклітинного пухирця з уведеним у нього поглиненим чужорідним матеріалом. У процесах ендоцитозу бере участь рецептор до Fc-фрагменту IgG.

Еозинофіли – клас гранулоцитів, що містять гранули, заповнені хімічними речовинами, здатними ушкоджувати паразитів, а також ферментами, що спричинюють розвиток запальних реакцій. Однією з речовин, здатних ушкоджувати паразитів, є катіонні білки.

Епітоп – ділянка антигена (антигенна детермінанта), яка розпізнається антигенрозпізнавальним рецептором із наступним розвитком специфічної імунної відповіді.

Епштейн-Барр вірус (EBV) – збудник інфекційного мононуклеозу й лімфоми Беркитта. Уражує В-лімфоцити.

Загрудинна залоза (тимус) – первинний (центральный) лімфоїдний орган, у якому відбувається антигеннезалежна диференціація (дозрівання) Т-лімфоцитів. Має здатність продукувати гормони, наприклад тимозини, що беруть участь у регуляції функцій імунної системи.

Ідіотип – ділянка амінокислотних послідовностей у межах варіабельного регіону антитіл або Т-клітинного розпізнавального рецептора, що є для них специфічним і здатним спричинювати продукцію антиідіотипових антитіл.

Інтерлейкіни (ІЛ) – молекули, що входять до складу цитокінів, які продукуються клітинами імунної системи. Необхідні для кооперації клітин імунної системи в реалізації етапів імунної відповіді.

Імунний комплекс – антиген, зв'язаний з антитілом. Утворення імунного комплексу – один з етапів нормальної імунної відповіді. Імунні комплекси, що утворилися, можуть містити компоненти комплементу.

Імунна відповідь – реакція імунної системи організму на чужорідні субстанції або, іншими словами, на речовини, що несуть ознаки генетично чужорідної інформації.

Імуноген – будь-яка субстанція, що зумовлює імунну відповідь. Варто враховувати, що всі імуногени є антигенами, але не всі антигени мають властивості імуногенів (див. Гаптен).

Імунокомпетентність – здатність організму розвивати імунну відповідь.

Імунопатологія – патологічні процеси і захворювання, у патогенезі яких беруть участь імунні механізми. Алергійні захворювання – частина імунопатології.

Імуносупресія – пригнічення імунної відповіді, наприклад, за допомогою медикаментозних засобів, що запобігають трансплантаційній реакції відторгнення.

Інтерферон – група цитокінів, що підвищують резистентність клітин до вірусної інфекції, чинять антипроліферативний вплив, а також здатні регулювати імунну відповідь. Розрізняють три види інтерферонів: α – продукується лейкоцитами, β – фібробластами і γ – Th1.

Класичний шлях активації системи комплементу – механізм активації комплементу, який характеризується: необхідністю наявності для його запуску ЦК, до складу яких входять, насамперед, IgG і IgM; початком процесу активації з перших (ранніх) компонентів комплементу – C1, C2 і C4.

Клітинний імунітет (клітинно-опосередкований імунітет) – захисні реакції організму, основну роль у реалізації яких здійснюють Т-лімфоцити. До таких реакцій належать, насамперед, реакції трансплантаційного імунітету, протипухлинного імунітету, захист від уражених вірусом клітин і участь в автоімунних реакціях.

Клінічна імунологія – клінічна й лабораторна дисципліна, що займається обстеженням, діагностикою й лікуванням хворих із патологічними процесами, які розвиваються внаслідок порушення імунних механізмів, а також тими випадками, коли імунологічні маніпуляції є важливою частиною терапії і (або) профілактики.

Клітини пам'яті – клони Т- і В-клітин, що утворилися в період первинної імунної відповіді, здатні розпізнавати антиген, який спричинив їх утворення, і реагувати на нього за типом вторинної імунної відповіді.

Клон – ідентичні клітини, що утворюються з однієї й тієї самої клітини попередника.

Клональна делеція – процес, під час якого внаслідок контакту аутологічного антигену з лімфоцитом на ранній стадії його дозрівання відбувається руйнування такого лімфоцита шляхом апоптозу. Клональна делеція є одним із механізмів індукції толерантності в організмі.

Клональна селекція – добір під впливом антигена лімфоцитів, що несуть специфічний рецептор до даного антигена. Після селекції й активації такі лімфоцити проліферують і утворюють клон специфічних клітин.

Клонально-селекційна теорія – теорія формування імунної відповіді, згідно з якою, під впливом антигена відбувається добір (селекція) лімфоцитів, що мають на своїй поверхні специфічний антигенрозпізнавальний рецептор, із наступним формуванням з них клоно імунокомпетентних клітин, які реагують специфічно.

Колонієстимулювальні фактори – фактори, що забезпечують проліферацію гемопоетичних клітин.

Комплементу система – група сироваткових білків, які в процесі їхньої активації перетворюються на ефекторні молекули, що призводить до розвитку запалення (C3a, C4a, C5a), фагоцитозу (C3b) і руйнування клітин (C6-9). Таким чином, білки комплементу беруть участь у розвитку запальних реакцій, реакцій опсонізації та лізису клітинних мембран.

Конкуренція антигенів – процес, який характеризується тим, що під час введення суміші антигенів продукція антитіл до одного або декількох антигенів, які входять до її складу, знижена порівняно з тим рівнем антитіл, що продукується вразі роздільного введення цих самих антигенів.

Костимуляція – додаткова стимуляція лімфоїдних клітин на момент розпізнавання антигена. Наприклад, макрофаг дає костимуляційний сигнал Т-хелперу, а Т-хелпер – В-лімфоциту. За відсутності такого сигналу настає анергія клітини або розвивається апоптоз.

Ксеногенний – термін, що означає генетичні відмінності між видами.

Ксенотрансплантат – органний або тканинний трансплантат, отриманий від особини іншого виду.

Купферівські клітини – фіксовані (резистентні) тканинні макрофаги печінки.

Лангерганса клітини – антигенпрезентувальні дендритні клітини шкіри.

Лейкотрієни – продукти метаболізму арахідонової кислоти, що посилюють запальний процес, хемотаксис і підвищують судинну проникність. Продукуються базофілами, у тому числі й тканинними, і макрофагами.

Ліганд (контррецептор) – загальний термін для молекул, які розпізнають і специфічно зв'язуються з такими структурами, як рецептор.

Лізосоми – цитоплазматичні гранули, що містять гідролітичні ферменти, за допомогою яких антигенний матеріал піддається процесингу (перетравлюванню).

Лізоцим – антибактеріальний фермент, присутній у гранулах фагоцитуючих клітин, у слизовій рідині й слині, що розщеплює пептидоглікани мембрани бактерійної клітини.

Лімфоїдна тканина, асоційована з кишечником (GALT) – тканина, що охоплює ізольовані солітарні фолікули (пейєрові бляшки), червеподібний відросток і лімфоїдні вузлики в підслизовому прошарку.

Лімфоїдні органи (центральні) – органи, в яких відбувається розвиток імунокомпетентних лімфоцитів. До них належать загруднинна залоза і кістковий мозок.

Лімфокіни – цитокіни, які продукують лімфоцити. В-лімфоцити – одна з популяцій лімфоцитарних клітин, що беруть безпосередню участь у специфічних імунних захисних реакціях організму. Дозрівання В-лімфоцитів відбувається в кістковому мозку. На поверхні В-лімфоцитів є В-клітинний антигенрозпізнавальний рецептор – молекула мономерного мембранного IgM. Після контакту з антигеном В-лімфоцити перетворюються на плазматичні клітини, які починають продукувати специфічні імуноглобуліни – антитіла.

Ліпополісахарид – ендотоксин, одержуваний із грам негативних бактерійних клітин, справляє запальний мітогенний вплив на лімфоїдні клітини.

Макрофаг – фагоцитуюча клітина, яка виходить з моноцита периферійної крові. Мембраноатакуючий комплекс (МАК) – комплекс пізніх компонентів комплексу С5b–С9, здатний утворювати пори в мембрані клітин-мішеней, що зрештою призводить до лізису клітин.

Мімікрія (подоба) – одна з багатьох причин розвитку аутоімунних процесів. Доведено, що деякі інфекційні збудники мають структури (епітопи), подібні до антигенних детермінант тканин організму хазяїна. Утворені після імунної відповіді антитіла й цитотоксичні Т-лімфоцити за рахунок перехресних реакцій можуть ушкоджувати власні тканини.

Мітоген лаконосу – білок рослинного походження, що є В-клітинним мітогеном. Проліферація В-клітин під впливом мітогену лаконосу залежить від Т-лімфоцитів.

Мітоген – субстанція, що спричинює неспецифічну проліферацію лімфоцитів, наприклад фітогемаглютинін, мітоген лаконосу.

Молекули адгезії (адгезивні молекули) – білкові молекули, що експресуються на поверхні клітин крові, і, зокрема, клітин імунної системи, а також на поверхні ендотеліальних і епітеліальних клітин, і допомагають клітинам запалення здійснювати кооперацію між собою і міграцію у вогнище запалення. Наприклад, селектини, інтегрини.

Моноклональні антитіла – антитіла, які продукує єдиний В-клітинний клон, що отримав назву гібридома. Належать до одного класу імуноглобулінів і мають єдину антигензв'язувальну специфічність.

Мононуклеарних фагоцитів система – система, до якої належать моноцити крові й тканинні макрофаги.

Моноцити – мононуклеарні фагоцити, що містяться в периферійній крові і є попередниками тканинних макрофагів.

Мукозосоційована лімфоїдна тканина (лімфоїдна тканина, асоційована зі слизовими оболонками) – лімфоїдна тканина, присутня в слизовій оболонці дихальних і сечовивідних шляхів, травного тракту.

Набутий (адаптивний) імунітет – імунна відповідь, основну роль у здійсненні якої відіграють лімфоцити; характеризується антигенною специфічністю й пам'яттю.

Нейтрофіли – основна частина циркулюючих, фагоцитуючих поліморфнонуклеарних гранулоцитів, які першими потрапляють у тканини на момент розвитку запальної відповіді. Крім того, мають антитілозалежну клітинно-опосередковану цитотоксичність.

Опсонізація – покриття антигена опсоніном для посилення фагоцитозу.

Опсонін – субстанція, що посилює фагоцитоз, насамперед імуноглобулінів, активований С3b-компонент комплементу.

Пам'ять імунологічна – характеристика специфічної імунної відповіді, яка полягає в тому, що повторне потрапляння в організм специфічного антигена індукує розвиток імунної відповіді за вторинним типом, що характеризується швидшою й у вищих титрах, ніж на момент первинної імунної відповіді, появою антитіл, а також Т-лімфоцитів-кілерів.

Пейєрові бляшки – елементи лімфоїдної тканини, асоційованої з кишечником у вигляді окремих лімфоїдних вузликів, розташованих головним чином у тонкій кишці.

Первинна імунна відповідь – порівняно слабка імунна відповідь, що розвивається під час першого контакту Th0 із конкретним антигеном.

Первинний імунодефіцит – порушення функції імунної системи, зумовлене генетичними дефектами в різних ланках імунітету. Розрізняють п'ять великих груп первинних імунодефіцитів, зумовлених порушеннями: у Т-системі; у В-системі; комбінованими (порушення в Т- і В-системі); у системі фагоцитів; у системі комплементу. Переключення класу імуноглобулінів – генетично зумовлена здатність В-лімфоцитів переключати продукцію імуноглобулінів з одного класу на інший, наприклад, продукцію IgM на продукцію IgG. Специфічність імуноглобулінів у цьому разі не змінюється.

Перфорин – молекула, яку продукують гранули цитотоксичних Т-лімфоцитів; подібно до С9-компонента комплементу формує пори в мембрані клітин-мішеней, призводячи до їх руйнування.

Плазматична клітина – кінцевий етап антигенної диференціації В-лімфоцитів, активно секретує велику кількість антитіл.

Плейотропний ефект – здатність речовини впливати на різні клітини, спричинюючи різноманітні ефекти.

Презентація антигенна – процес, під час якого певні АПК в організмі експресують антиген на своїй клітинній поверхні у формі, яку здатні розпізнати лімфоцити.

Природжений імунітет (природна резистентність) – сукупність захисних механізмів організму, що реалізуються без участі лімфоцитів.

Природні антитіла – сукупність молекул мономерного IgM, які злушилися з поверхні зрілих у стані спокою В-лімфоцитів. Мають полівалентну специфічність. Це один із гуморальних факторів природної резистентності організму.

Простагландини – жирні кислоти, що утворюються з арахідонової кислоти, здатні посилювати проникність стінок судин і спричиняти гарячку, можуть як стимулювати, так і інгібувати імунну відповідь.

Процесинг (перетравлювання) антигена – дія, внаслідок якої клітина «доводить» велику молекулу білкового антигена до форми пептиду, що нараховує декілька амінокислотних послідовностей. Внутрішньоклітинні цитозольні білки перетравлюються (процесуються) під впливом протеосомних ферментів і потім завантажуються в пептидзв'язувальні локуси антигенів МНС класу I; так само процесуються й вірусні білки. Вони подаються на поверхню клітини разом з МНС класу I для презентації Т-лімфоцитам-кілерам/супресорам (CD8+). Чужорідний екзогенний матеріал, що потрапляє в клітину, піддається процесуванню (перетравлюванню) в ендосомній частині клітини під впливом лізосомних ферментів. Після процесування пептид завантажується в пептидзв'язувальний локус антигенів МНС класу II і потім подається на поверхню для розпізнавання Т-лімфоцитами-хелперами (CD4+ -клітини).

Пухлиноембріональні антигени – антигени, що експресуються в нормі на певних етапах розвитку ембріона. Однак у разі досягнення ембріоном відповідного етапу диференціації вони припиняють експресуватись і знову можуть з'явитися в дорослих у період розвитку пухлин. Прикладом таких пухлиноембріональних антигенів є α -фетопротеїн.

Пухлинонекротизувальний фактор (ПНФ- α і ПНФ- β) – два родинних цитокіни, що продукуються моноцитами-макрофагами й здатні справляти цитотоксичний вплив на пухлинні клітини і плейотропний імунорегуляторний та прозапальний ефект. Продукуються також Т-лімфоцитами.

Ревматоїдний фактор (РФ) – автоантитіла М-, G- і А-класів до Fc-фрагмента IgG.

Респіраторний вибух – посилення метаболізму кисню, що спостерігається у фагоцитуючих клітинах після їхньої активації. Про ступінь кисневого вибуху (отже, про кисневий метаболізм фагоцитуючих клітин) можна судити за так званим НСТ-тестом.

Рецептор – молекула на поверхні клітини, яка має здатність зв'язувати специфічні білки або пептиди.

Розетка – частинки або клітини, що прикріплюються до поверхні лімфоцита й утворюють разом із ним фігуру, подібну до розетки, наприклад, еритроцити барана навколо людських Т-лімфоцитів. Ця реакція є підґрунтям так званої реакції розеткоутворення для визначення кількості Т-лімфоцитів. Заснована на тому, що на поверхні Т-лімфоцитів є рецептори до еритроцитів барана.

CD-антиген – кластер диференціації (cluster of differentiation), позначає молекули, наявні на поверхні клітин, що можуть бути ідентифіковані за допомогою моноклональних антитіл. Наприклад, лімфоцит – CD2. CD3 – комплекс, необхідний для передавання (трансдукції) сигналу в ядро Т-клітини після зв'язування з антигеном, маркер Т-лімфоцитів. CD4 – глікопротеїн, наявний на поверхні Т-лімфоцитів-хелперів, що розпізнає молекули МНС класу II на АПК. CD8 – глікопротеїн, наявний на поверхні цитотоксичних Т-лімфоцитів, розпізнає молекули МНС класу I на клітинах-мішенях.

Секреторний імуноглобулін – імуноглобулін, що має у своєму складі секреторний компонент, виявляється в різних секретах організму, є основним захисним фактором місцевого імунітету. Розрізняють секреторні IgA й IgM.

Сингенний – позначає генетичну ідентичність. Для тварин, наприклад, генетично ідентичними є «чисті» лінії мишей, для людини – однояйцеві близнюки.

Синглетний кисень – токсична форма кисню, продукується фагоцитами.

Стовбурова гемопоетична клітина – клітина, яка є родоначальником усіх клітин крові, міститься в кістковому мозку.

Т-залежний антиген – антиген, що вимагає участі Т-лімфоцитів-хелперів під час розвитку продукції антитіл на цей антиген.

Т-незалежний антиген – антиген, здатний зумовлювати продукцію антитіл за відсутності Т-лімфоцитів-хелперів.

Тимоцити – стовбурові клітини, що розвиваються в загруднинній залозі, є попередниками Т-лімфоцитів.

Т-лімфоцити – одна з основних популяцій лімфоцитів, що розвивається в загруднинній залозі, секретує лімфокіни і бере участь у регуляції імунної відповіді, а також у специфічних імунних захисних реакціях.

Т-лімфоцит цитотоксичний – Т-лімфоцит-кілер, звичайно CD8+ -клітина, що здатна руйнувати клітину-мішень після розпізнавання на ній чужорідного пептиду в комплексі з молекулами МНС.

Т-лімфоцити-хелпери (CD4+-клітини) – субпопуляція Т-лімфоцитів, що бере участь у реалізації специфічної імунної відповіді гуморальним або клітинним шляхом. Нині розрізняють Th1 і Th2. Th1 беруть участь і сприяють розвиткові Т-клітинних імунних реакцій, продукуючи ІЛ-2, γ -ІФН, TNF- α . Th2 беруть участь у реалізації гуморальних реакцій, продукують ІЛ-4, ІЛ-5, ІЛ-13. Крім того, продукуючи ІЛ-10, вони здатні пригнічувати функцію Th1. Таку саму супресорну функцію щодо Th2 здійснює γ -ІФН. На поверхні Т-лімфоцитів-хелперів розташований CD4-маркер. Хелперні Т-лімфоцити розпізнають антиген, що презентується молекулами МНС класу II. Толерантність – стан організму, при якому він не дає імунологічної відповіді на власні (self) антигени і розвивається в процесі дозрівання імунної системи.

Трансгенний – термін, що позначає факт перенесення генів, отриманих в одному організмі, в інший.

Фаб-фрагмент (антигензв'язувальний) – фрагмент імуноглобулінів, що зв'язує антиген. У IgG є два Fab-фрагменти, що містять обидва легкі ланцюги і N-кінцеві частини обох важких ланцюгів, зв'язаних між собою дісульфідними містками. Fab-фрагменти визначають валентність імуноглобулінів, тобто ту кількість антигена, що може зв'язати даний конкретний імуноглобулін.

Фагоцити – клітини, включаючи моноцити-макрофаги, а також нейтрофіли, що спеціалізуються на поглинанні клітинного матеріалу ендогенного й екзогенного походження.

Фібробласт – клітина сполучної тканини, яка продукує колаген і відіграє важливу роль у загоєнні ран. **Фітогемаглютинін (ФГА)** – рослинний лектин, білок рослинного походження, що діє як Т-клітинний мітоген.

Fc-фрагмент – фрагмент, який кристалізується (константний); не здатний зв'язувати антиген. До його складу входять С-кінцеві частини важких ланцюгів імуноглобулінів. Функціональне значення Fc-фрагмента полягає в зв'язуванні з Fc-рецептором, наявним на мембрані багатьох клітин, C1q-компонентом комплементу, що призводить до активації комплементу класичним шляхом, а також у реалізації транспорту IgG крізь плаценту до плода.

Хелперні фактори – молекули, які продукують Т-лімфоцити-хелпери, що сприяють розвитку імунної відповіді.

Хемотаксис – спрямована міграція клітин у відповідь на продукцію певних хемотаксичних факторів.

HLA (human leukocyte antigens) – головний комплекс гістосумісності (ГКГ) людини.

Цитокіни – загальна назва білків низької молекулярної маси, що продукуються різними клітинами й здатні стимулювати або пригнічувати диференціацію, проліферацію або функцію імунних клітин. Є медіаторами

7.2. Рекомендована література

Список рекомендованої літератури (опис згідно з бібліографічним описом документів відповідно до ДСТУ 7.1: 2006, запровадженого в дію в Україні з 01.07.2007)

Базові джерела:

1. Клінічна імунологія і алергологія / В.Є. Казимирчук, Л.В. Ковальчук. – Вінниця, «Нова книга», 2006. – 528 с.
2. Клінічна імунологія та алергологія. Посібник для практичних занять / В.В. Чоп'як, Г.О. Потеміна, А.М. Гаврилук, Х.О. Ліщук-Якимович, Р.Р. Гловин, О.С.Толох. – Київ, ВСВ «Медицина», 2017. – 224 с.
3. Клінічна імунологія та алергологія. Навчальний посібник медичних ВНЗ IV рівня акредитації та медичних факультетів університетів / О.М. Біловол, П.Г. Кравчун, В.Д. Бабаджан та ін. – Харків, «Гриф», 2011.- 550 с.
4. Нейроімунологія: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / О.М. Макаренко, О.С. Моложава, В.В. Позур, П.Е. Ермак. – Київ, ВПЦ «Київський університет», 2012. – 200 с.
5. Імунологія: Підручник для студентів біологічних спеціальностей вищих навчальних закладів / А.Ю. Вершигора, Є.У. Пастер, Д.В. Колибо, В.К. Позур, М.Є. Віхоть, Л.О. Михальський, Ю.В. Швець, Л.С. Холодна, О.С. Моложава. – Київ, «Вища школа», 2005. – 599 с.
6. Папіломавірусна інфекція і система інтерферона/ Л.М. Лазаренко, М.Я. Співак, О.Н. Михайленко, Г.Т. Сухих, В.П. Лакатош. – Київ, «Фітосоціоцентр», 2008. – 228 с.
7. Імунотропні препарати / С.М. Белоцький, М.Я. Співак. – Київ, «Фітосоціоцентр», 2008. – 288 с.
8. Інтерферони: біологічні і клінічні ефекти / С.М. Белоцький, М.Я. Співак. – Київ, «Фітосоціоцентр», 2006. – 288 с.
9. Клінічна імунологія і алергологія. Посібник для студентів, лікарів-інтернів, імунологів, алергологів, лікарів лікувального профілю всіх спеціальностей /Г.Н. Дранник – Київ, ООО «Поліграф плюс», 2010. – 552 с.
10. Загальна вірусологія / С.П. Гудзь, Т.Б. Перетятко, Ю.О. Павлова. – Львів, Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2010. – 264 с.
11. Загальна вірусологія: посібник / Т.Г. Ташута. – Київ, БІБ, 2004. – 328 с.
12. Посібник з медичної вірусології / В.М. Гирін, В.Г. Порохницький. С.Г. Вороненко та ін.; за ред. В.М. Гиріна. – Київ, «Здоров'я», 1995. – 49 с.

Допоміжні джерела:

1. Immunology and immunity studied with viruses /Zinkernagel RM. Ciba Found Symp. – 1997. – 204. – P. 105-125; doi: 10.1002/9780470515280.
2. Association between human herpesviruses and multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis /Khalesi Z, Tamrchi V, Razizadeh MH, Letafati A, Moradi P, Habibi A, Habibi N, Heidari J,

Noori M, Nahid Samiei M, Azarash Z, Hoseini M, Saadati H, Bahavar A, Farajzade M, Saeb S, Hadadi M, Sorouri Majd M, Mothlaghzadeh S, Fazli P, Asgari K, Kiani SJ, Ghorbani S. *Microb Pathog.* – 2023. – 177:106031. doi: 10.1016/j.micpath.2023.106031.

3. Relationship of human herpes virus 6 and multiple sclerosis: A systematic review and meta-analysis / Pormohammad A, Azimi T, Falah F, Faghiihloo E. *J Cell Physiol.* – 2018. – 233(4). – P. 2850-2862. doi: 10.1002/jcp.26000.

4. Immunity Cell Responses to RSV and the Role of Antiviral Inhibitors: A Systematic Review / Churiso G, Husen G, Bulbula D, Abebe L. *Infect Drug Resist.* – 2022. – 15. – P. 7413-7430. doi: 10.2147/IDR.S387479.

5. Antiviral therapy for chronic hepatitis B viral infection in adults: A systematic review and meta-analysis / Lok AS, McMahon BJ, Brown RS Jr, Wong JB, Ahmed AT, Farah W, Almasri J, Alahdab F, Benkhadra K, Mouchli MA, Singh S, Mohamed EA, Abu Dabrh AM, Prokop LJ, Wang Z, Murad MH, Mohammed K. *Hepatology.* – 2016. – 63(1). – P. 284-306. doi: 10.1002/hep.28280.

6. Hepatitis B virus reactivation associated with new classes of immunosuppressants and immunomodulators: A systematic review, meta-analysis, and expert opinion / Papatheodoridis GV, Lekakis V, Voulgaris T, Lampertico P, Berg T, Chan HLY, Kao JH, Terrault N, Lok AS, Reddy KR. *J Hepatol.* – 2022. – 77(6). – P. 1670-1689. doi: 10.1016/j.jhep.2022.07.003.

7. Herpes Zoster Risk in Immunocompromised Adults in the United States: A Systematic Review / McKay SL, Guo A, Pergam SA, Dooling K. *Clin Infect Dis.* – 2020. – 71(7). – P. e125-e134. doi: 10.1093/cid/ciz1090.

8. Influenza / Jefferson T. *BMJ Clin Evid.* – 2009. – 2009. – 0911. PMID: 19445759.

9. HIV infection / Talbot M. *BMJ Clin Evid.* – 2008. – 2008:0902. PMID: 19445740.

10. Safety and efficacy of immune checkpoint inhibitors in patients with HBV/HCV infection and advanced-stage cancer: A systematic review / Pu D, Yin L, Zhou Y, Li W, Huang L, Cai L, Zhou Q. *Medicine (Baltimore).* – 2020. – 99(5). – e19013. doi: 10.1097/MD.00000000000019013. PMID:

11. Immunity and inflammatory biomarkers in COVID-19: A systematic review / Iwamura APD, Tavares da Silva MR, Hümmelgen AL, Soeiro Pereira PV, Falcai A, Grumach AS, Goudouris E, Neto AC, Prando C. *Rev Med Virol.* – 2021. – 31(4). – e2199. doi: 10.1002/rmv.2199.

12. Defective Interfering Particles of Influenza Virus and Their Characteristics, Impacts, and Use in Vaccines and Antiviral Strategies: A Systematic Review / Wu M, Zhou E, Sheng R, Fu X, Li J, Jiang C, Su W. *Viruses.* – 2022. – 14(12). – 2773. doi: 10.3390/v14122773.

13. The role and delicate balance of Host immunity in Coronavirus Disease-19 / Vyas AK, Varma V, Garg G, Gupta P, Trehanpati N. *Iran J Immunol.* – 2021. – 18(1). – P. 1-12. doi: 10.22034/iji.2021.88526.1874.

14. Immune Therapy, or Antiviral Therapy, or Both for COVID-19: A Systematic Review / Cantini F, Goletti D, Petrone L, Najafi Fard S, Niccoli L, Foti R. *Drugs.* – 2020. – 80(18). – P.1929-1946. doi: 10.1007/s40265-020-01421-w.

15. Immunity and inflammatory biomarkers in COVID-19: A systematic review / Iwamura APD, Tavares da Silva MR, Hümmelgen AL, Soeiro Pereira PV, Falcai A, Grumach AS, Goudouris E, Neto AC, Prando C. *Rev Med Virol.* – 2021. – 31(4). – e2199. doi: 10.1002/rmv.

7.3. Інформаційні ресурси

(нормативна база, джерела Інтернет, адреси бібліотек тощо)

1. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov>
2. <http://dspace.univer.kharkov.ua/>

8. МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Форми занять	Наявне матеріально-технічне забезпечення	Необхідне матеріально-технічне забезпечення
Лекція, семінар	Ноутбук, проектор дошка	Проектор, ноутбук
Практичне заняття	Завдання для набуття вмінь та навичок	Лабораторне обладнання