МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ім. М.І. ПИРОГОВА

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Проректор ЗВО з наукової роботи
проф. Олег ВЛАСЕНКО

_____підписано КЕП___
«27» травня 2022 р.

МЕДИЧНА БІОХІМІЯ
(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни
з підготовки доктора філософії
на третьому (освітньо-науковому) рівні вищої освіти

галузі знань **22 Охорона здоров'я**
(шифр і назва галузі знань)
спеціальності **222 Медицина**
(код і найменування спеціальності)
мова навчання **українська, англійська**

2022 рік
Вінниця

РОЗРОБЛЕНО ТА ВНЕСЕНО: Вінницький національний медичний університет ім. М.І. Пирогова, відділ аспірантури, докторантури

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

д.мед.н, проф. Н.В. Заічко,
д.мед.н., проф. А.В. Мельник.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

- Наконечна О.А. - завідувачка кафедри біологічної хімії внутрішньої медицини Харківського національного медичного університету МОЗ України, д.мед.н., професор
- Непорада К.С. - завідувачка кафедри медичної, біоорганічної та біологічної хімії ВДНЗ України «Українська медична стоматологічна академія», д.мед.н., професор

Обговорено на засіданні кафедри біологічної та загальної хімії Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова та рекомендовано до затвердження на центральній методичній раді / науковій комісії - “ 19” ___квітня____ 2022 року, протокол №14

Схвалено на центральній методичній раді / науковій комісії та рекомендовано до затвердження вченою радою «24» травня 2022року, протокол № 7

Затверджено вченою радою Вінницького національного медичного університету ім. М.І. Пирогова «26» травня 2022року, протокол № 8

Учений секретар Вченої ради ВНМУ _____ доцент Алла Кондратюк

Зміни та доповнення до програми навчальної дисципліни 2022-2023 н.р.

№ з/п	Зміст внесених змін (доповнень)	Дата і № протоколу засідання кафедри	Примітки
1	Оновлено список рекомендованої літератури	протокол №14 від 19.04.2022	

ВСТУП

Програма вивчення навчальної дисципліни "Медична біохімія" складена відповідно до Освітньо-наукової програми Вінницького національного медичного університету імені М.І.Пирогова
на третьому (освітньо-науковому рівні)
(назва рівня вищої освіти)
галузі знань 22 «Охорона здоров'я»
(шифр і назва галузі знань)
спеціальності 222 «Медицина».
(код і найменування спеціальності)

Опис навчальної дисципліни (анотація)

Освітньо-науковий рівень вищої освіти передбачає здобуття особою теоретичних знань, умінь, навичок та інших компетентностей, достатніх для продукування нових ідей, розв'язання комплексних проблем у галузі професійної та/або дослідницько-інноваційної діяльності, оволодіння методологією наукової та педагогічної діяльності, а також проведення власного наукового дослідження, результати якого мають наукову новизну, теоретичне та практичне значення (Закон України «Про вищу освіту», 2014).

Аспіранту винесені питання про біохімічні механізми функціонування організму людини та вищих тварин в нормі та при патології, найновітніші наукові дані щодо молекулярних основ метаболізму та його регуляції, ролі фізіологічно-активних речовин та біомолекул у розвитку патологічних процесів, потенційно-перспективні напрями розробки та застосування модуляторів біохімічних процесів для діагностики та корекції захворювань. Ця дисципліна викладається впродовж 2 – го, 3 – го року навчання.

Статус навчальної дисципліни: вибіркова, спеціалізована

Предметом вивчення навчальної дисципліни є молекулярні основі функціонування живих організмів, перебіг біохімічних процесів в організмі людини та вищих тварин в нормі та при патології, зв'язок біохімічних процесів з фізіологічними функціями, біохімічні основи діагностики та шляхи корекції патологічних процесів.

Міждисциплінарні зв'язки: відповідно до навчального плану, вивчення навчальної дисципліни «Медична біохімія» здійснюється, коли аспірантом набуті відповідні знання з основних базових дисциплін на ІІ рівні вищої освіти, а також нормативних дисциплін: Історія філософії, як методологічна основа розвитку науки та цивілізації, Англійська мова у науково-медичному спілкуванні; Психолого-педагогічні основи навчальної діяльності; Написання, фінансування та управління науковими проектами, реєстрація прав інтелектуальної власності; медична статистика; вибіркових дисциплін: публікаційна активність та наукометричні бази даних, біоетичні та медико-правові основи наукових досліджень; усна та письмова презентація результатів дослідження, сучасні інформаційні технології в медицині, навики лабораторних доклінічних досліджень, «English Academic Writing», з якими інтегрується програма Медичної біохімії. У свою чергу Медична біохімія формує засади поглибленого вивчення професійно-вибіркових дисциплін (Клінічна біохімія та мікробіологія; Клінічна медицина - сучасна внутрішня медицина, сучасна педіатрія).

1. Мета та завдання навчальної дисципліни

1.1. Метою викладання навчальної дисципліни "Медична біохімія" є здобуття аспірантами знань, навичок та вмінь в галуззі молекулярних основ функціонування живих організмів, достатніх для виконання оригінального наукового дослідження, отримання нових фактів та їх впровадження у лабораторну діагностику, доклінічні та клінічні медико-фармакологічні дослідження, інші сфери життя.

1.2. Основними завданнями вивчення дисципліни "Медична біохімія" є формування системи знань, професійних умінь, педагогічної майстерності, дослідницько-інноваційної діяльності та практичних навичок під час проведення експериментальних та клініко-

біохімічних досліджень, вдосконалювати та впроваджувати нові методи лабораторної діагностики та експериментально огрунтовувати нові напрямки корекції патологічних процесів.

Результати навчання

Програмні результати навчання (РН):

РН1 Демонструвати безперервний розвиток власного інтелектуального та загальнокультурного рівню, самореалізації
РН4 Формулювати наукові гіпотези, мету і завдання наукового дослідження
РН5 Розробляти дизайн та план наукового дослідження
РН6 Виконувати оригінальне наукове дослідження
РН7 Пояснювати принципи, специфічність та чутливість методів дослідження, інформативність обраних показників
РН8 Володіти, вдосконалювати та впроваджувати нові методи дослідження за обраним напрямом наукового проекту та освітньої діяльності
РН11 Презентувати результати наукових досліджень у формі презентації, постерних доповідей, публікацій
РН12 Розвивати комунікації в професійному середовищі й громадській сфері
РН17 Дотримуватися академічної доброчесності, нести відповідальність за достовірність отриманих наукових результатів

Очікувані результати навчання з дисципліни:

1. Здобувач вищої освіти здатний аналізувати відповідність структури та фізико-хімічних властивостей біоорганічних сполук фізіологічним функціям, які вони виконують в живих організмах, на рівні геному, транскриптону, протеому, метаболому.
2. Здобувач вищої освіти повинен пояснити особливості метаболізму основних класів біоорганічних сполук, механізми утворення, акумуляції та трансформації енергії в організмі людини та вищих тварин.
3. Здобувач вищої освіти здатний пояснити основи ферментативного каталізу, найновітніші погляди на хімічну природу, властивості та механізм дії ферментів.
4. Володіє принципами сучасної медичної ензимології і аналізує сучасні здобутки в галуззі ензимопатології, ензимодіагностики, ензимотерапії.
5. Здобувач вищої освіти володіє навичками лабораторного дослідження показників метаболізму основних класів біоорганічних сполук в живих організмах.
6. Володіє навичками інтерпретації способів регуляції обміну речовин та енергії в організмі людини та вищих тварин на рівні геному, транскриптону, протеому, метаболому.
7. Здобувач вищої освіти повинен пояснити як зміни структури та обміну біополімерів та фізіологічно-активних сполук впливають на розвиток патологічних процесів в організмі людини та вищих тварин.
8. Здобувач вищої освіти здатний пояснити молекулярні механізми зберігання та передачі спадкової інформації; медико-біологічне застосування новітніх досягнень молекулярної біології та генетики для діагностики та корекції патологічних станів.
9. Може інтерпретувати механізми біотрансформації ксенобіотиків та ендогенних токсинів в живих організмах, пояснити принципи їх модифікації та напрямки корекції.
10. Здобувач вищої освіти здатний аналізувати механізми біохімічної дії та принципи цілеспрямованого застосування фізіологічно-активних сполук та фармакологічних засобів для діагностики та корекції патологічних процесів.

11. Здобувач вищої освіти може інтерпретувати особливості діагностики фізіологічного стану організму та розвитку патологічних процесів на основі біохімічних досліджень на субклітинному та клітинному рівнях.
12. Здатний пояснити аналітичні принципи та технології проведення біохімічних досліджень, інтерпретує теоретичні основи, переваги та недоліки флуоресцентних методів аналізу, спектрофотометрі, хроматографічних методів.
13. Володіє навичками фізико-хімічних та біохімічних методів дослідження (абсорбційної спектроскопії, хроматографії, спектрофотометрії, фотоелектроколориметрії, електрофорезу), імуноферментного аналізу та основами молекулярно-генетичних досліджень.
14. Здобувач вищої освіти володіє навичками роботи з лабораторними тваринами, біологічним матеріалом, здатний отримувати клітинні та субклітинні фракції тканин, проводити базові та спеціалізовані лабораторні дослідження, які застосовуються в медичній біохімії, лабораторній діагностиці, експериментальній медицині.
15. Здобувач вищої освіти володіє навичками викладання біохімії і здатний підготувати мультимедійну презентацію лекції, підготувати та провести практичне заняття, зібрати матеріали та підготувати методичну розробку для практичного заняття, розробити та виконати демонстраційну лабораторну роботу.

2. Програма навчальної дисципліни

Дисципліна	Змістові модулі	Загальна кількість годин	Кредити ЄКТС	Практичні заняття	Медична практика	Самостійна робота
Медична біохімія	**Всього**	**240**	**8**	**90**	**60**	**90**
	Змістовий модуль 1	120	4	45	30	45
	Змістовий модуль 2	120	4	45	30	45

Змістовий модуль 1. Біомолекули та клітинні структури. Загальні закономірності обміну речовин та енергії в живих організмах. Метаболізм основних класів біомолекул

Тема 1. Предмет і задачі біохімії. Методи біохімічних досліджень. Основні класи біомолекул. Клітинні структури

Предмет, задачі, основні етапи та сучасні напрямки розвитку біохімії. Мета і принципи проведення біохімічних досліджень. Хімічний склад живих організмів. Загальна характеристика основних класів біомолекул (білків, ліпідів, вуглеводів, нуклеїнових кислот, гормонів, вітамінів, метаболітів) як складових компонентів живої матерії. Принципи будови прокаріотичних та еукаріотичних клітин. Поняття про біологічні мембрани та види мембранного транспорту (пасивний, активний, ендо- та екзоцитоз). Будуть зроблені акценти на новітній інформації щодо молекулярної організації клітинних живих організмів (низько-молекулярні структурні одиниці, макромолекули та біополімери, надмолекулярні ансамблі, субклітинні та клітинні структури, компартменталізація).

Тема 2. Білки та їх біологічні функції

Білки як об'єкт дослідження хімії, біохімії, біоорганічної хімії і молекулярної біології. Загальна характеристика білків, вміст білків в органах і тканинах. Амінокислоти - структурні елементи білків. Класифікація амінокислот, їх будова. Кислотно-основні, стереохімічні, оптичні властивості амінокислот. Структурна організація білків. Хімічні зв’язки в білковій молекулі. Первинна, вторинна, третинна, четвертинна структура білка. Домени. Полідоменна

організація як альтернатива четвертинної структури білків. Будуть зроблені акценти на принципах та методах визначення первинної структури білків, фізико-хімічні властивостях та методах виділення білків (амфотерність, колоїдо-осмотичні властивості, фактори, що впливають на розчинність білків, коагуляція білків та методи їх осадження. Денатурація білків). Класифікація та функції білків. Прості білки (альбуміни і глобуліни, протаміни і пістони, проламіни та глютеліни, склеропротеїни). Складні білки (хромопротеїни, фосфопротеїни, ліпопротеїни, глікопротеїни та протеоглікани, нуклеопротеїни).

Тема 3. Ферменти: номенклатура та класифікація, хімічна природа, будова, механізм дії

Поняття про ферменти, субстрати, продукти реакції. Біологічне значення ферментів. Номенклатура та класифікація ферментів. Характеристика окремих класів ферментів (оксидоредуктаз, трансфераз, гідролаз, ліаз, ізомераз, лігаз). Хімічна природа ферментів. Молекулярна маса ферментів, амінокислотний склад, рівні структурної організації ферментів. Будова ферментів (простих і складних). Активний центр ферментів (будова, структурні ділянки та їх функції, роль окремих функціональних груп в активних центрах ферментів). Алостеричні центри: визначення, будова, просторове розташування та функції. Поняття про алостеричний ефект та регуляторні ферменти. Поглиблено буде вивчено механізм дії ферментів: стадії ферментативного каталізу, молекулярні механізми дії ферментів (ефект орієнтації реагентів, ефект деформації субстрату, ефект кислотно-основного каталізу, ефект ковалентного каталізу).

Тема 4. Властивості ферментів. Кінетика та енергетика ферментативних реакцій. Принципи визначення та одиниці активності ферментів

Властивості ферментів як біокаталізаторів: специфічність дії, її види; термолабільність (температурний оптимум), залежність активності від pH середовища (pH-оптимум). Основні положення ферментативної кінетики. Фактори, що впливають на швидкість ферментативних реакцій. Поглиблене вивчення кінетики ферментативних реакцій: залежність швидкості ферментативних реакцій від концентрації субстрату, ферменту, значення константи Міхаеліса-Ментен (Km). Будуть зроблені акценти на графічних методах визначення константи Міхаеліса, швидкості реакції та інших кінетичних параметрів. Енергетика ферментативних реакцій (енергетичний бар’єр та енергія активації). Принципи визначення та одиниці активності ферментів.

Тема 5. Регуляція ферментативної активності. Активатори та інгібітори ферментів, їх біомедичне значення. Медична ензимологія

Активатори ферментів: представники, механізм дії. Будуть зроблені акценти на основних типах активації ферментів (асоціативна, каталітична, двопараметрично неузгоджена та узгоджена активація, псевдоактивація). Типи інгібування ферментативних реакцій (конкурентне, безконкурентне, неконкурентне, субстратне, алостеричне). Інгібітори ферментів: представники, механізм дії. Використання інгібіторів ферментів в медицині. Клітинна організація ферментативної активності. Поліферментні системи та мультиферментні комплекси, іммобілізовані ферменти. Множинні молекулярні форми ферментів (ізоферменти, апоферменти) та їх значення для організму. Принципи та види регуляції активності ферментів (механізм саморегуляції за принципом зворотного зв’язку, за допомогою клітинних мембран, за допомогою аденілатів, шляхом посттрансляційної модифікації ферменту, каскадний механізм дії ферментів). Регуляція біосинтезу ферментів (конститутивні та адаптивні ферменти). Медична ензимологія (ензимопатологія, ензимодіагностика, ензимотерапія).

Тема 6. Кофактори і коферменти: хімічна будова і функції

Структура складних ферментів: роль апофермента та кофактора в біологічному каталізі. Кофактори: визначення, класифікація за механізмом дії (кофактори оксидоредуктаз, переносники хімічних груп атомів) та хімічною природою (невітамінні, вітаміноподібні та вітамінні кофактори). Йони металів як кофактори ферментів, металозалежні ферменти. Кофактори I групи: структура, біологічне значення та механізм дії невітамінних кофакторів (гему, глутатіону), вітаміноподібних кофакторів (убіхінону, ліпоєвої кислоти, тетрагідробіоптерину, піролохінолінохінону), вітамінних кофакторів - нікотинамідних (НАД, НАДФ), флавінових (ФМН, ФАД), кобамідних (5-дезоксиаденозилкобаламіну), аскорбінової кислоти і токоферолу. Кофактори II групи: структура, механізм дії, біологічне значення невітамінних кофакторів (фосфатів вуглеводів і фосфатів нуклеозидів), вітаміноподібних (карнітину) та вітамінних кофакторів - тіаміндифосфату (ТДФ), коензиму ацилування (КоА), піридоксальфосфату (ПАЛФ), біоцитину, тетрагідрофолієвої кислоти (ТГФК), метилкобаламіну. Коферментні функції жиророзчинних вітамінів (А, Е, К). Будуть зроблені акценти на порушення обміну коферментів як біохімічні чинники розвитку патологічних процесів.

Тема 7. Загальні шляхи метаболізму. Окисне декарбоксилування пірувату. Цикл трикарбонових кислот Кребса

Характеристика аутотрофних та гетеротрофних організмів. Біохімічні закономірності обміну речовин у гетеротрофів та його основні етапи. Поняття про внутрішньоклітинний метаболізм та метаболічні шляхи (загальна характеристика катаболічних, анаболічних та амфіболічних шляхів метаболізму). Основні етапи катаболізму біомолекул. Центральні метаболіти обміну речовин. Окисне декарбоксилювання пірувату: будова мультиферментного комплексу, механізм утворення ацетил-КоА, біологічне значення та регуляція. Цикл трикарбонових кислот Кребса (ЦТК): визначення, локалізація, механізм, послідовність реакцій, біологічне значення, енергетичний баланс та регуляція. Анаплеротичні реакції ЦТК та їх біологічна роль. Висвітлено нові уявленні про значення метаболітів циклу Кребса як модуляторів обміну речовин за різних патологічних станів.

Тема 8. Біологічне окиснення. Тканинне дихання

Біологічне окиснення: визначення, реакції, теорії (Баха, Палладіна, Віланда, Варбурга). Будова та маркерні ферменти мітохондрій (та принципи їх дослідження). Поняття про тканинне дихання та електронно-транспортний ланцюг мітохондрій (дихальний ланцюг) з акцентом на новітні та традиційні погляди на питання. Компоненти дихального ланцюга Комплекси дихального ланцюга: назва, склад та біологічне значення. Повний та укорочений дихальний ланцюг. Редокс-потенціал: механізм виникнення та біологічне значення в тканинному диханні. Продукти тканинного дихання (вода, вуглекислий газ, супероксидний аніон-радикал, гідроген пероксид) та шляхи їх утворення. Допоміжні ферменти тканинного дихання. Патологія тканинного дихання. Інгібітори дегідрогеназ та ферментів дихального ланцюга.

Тема 9. Біоенергетика. Окисне фосфорилування

Поняття про біоенергетику. Макроергічні сполуки: визначення, представники, біологічне значення. Окисне фосфорилування: визначення, локалізація. Будова Н+-АТФ-синтетази. Механізм окисного фосфорилування. Основні положення хеміосмотичної теорії Мітчела. Пункти спряження тканинного дихання та окисного фосфорилування. Коефіцієнт окисного фосфорилування (Р/О, Р/2е-). Інгібітори окисного фосфорилування. Роз’єднувачі тканинного дихання та окисного фосфорилування (протонофори, іонофори). Будуть зроблені акценти на механізмах модуляції енергетичних процесів фізіологічно-активними речовинами та ксенобіотиками.

Тема 10. Вуглеводи: класифікація, будова, біологічне значення. Травлення вуглеводів в ШКТ. Проміжний обмін вуглеводів. Анаеробний гліколіз. Спиртове бродіння

Вуглеводи: класифікація, будова, біологічне значення моно-, ди- та полісахаридів. Травлення вуглеводів: характеристика ферментів-глікозидаз (α-амілаза, сахараза, лактаза та ін.), їх субстратів та продуктів гідролізу у різних відділах ШКТ. Проміжний обмін вуглеводів: анаеробний гліколіз (визначення, локалізація в клітині, біологічне значення). Механізм гліколізу: етапи, реакції, ферменти, коферменти, гліколітична оксидоредукція, субстратне фосфорилування, енергетичний баланс та регуляція. Гліколіз та патологічні стани (гіпоксія, канцерогенез).

Тема 11. Аеробне окиснення вуглеводів. Ефект Пастера. Пентозофосфатний шлях окиснення глюкози. Глюконеогенез

Аеробне окиснення вуглеводів: етапи та їх локалізація в клітині, ферменти, коферменти, енергетичний баланс. Відмінності етапів та біоенергетики аеробного і анаеробного шляхів катаболізму глюкози. Ефект Пастера як механізм конкуренції між цими шляхами Шляхи та ферменти взаємоперетворення пірувату та лактату, регуляція аеробного окиснення вуглеводів. Човникові системи транспорту гліколітичного НАДН: механізм та енергетичний вихід гліцеролфосфатного та малат-аспартатного шунтів. Пентозофосфатний шлях окиснення глюкози: етапи, механізм, ферменти, коферменти, біологічне значення, регуляція. Глюконеогенез: субстрати, біологічне значення, механізм, шунтуючі реакції, ферменти, коферменти та регуляція глюконеогенезу.

Тема 12. Глікогенез та глікогеноліз. Глікокон'югати. Ензимопатії обміну глікогену та глікокон'югатів. Регуляція вуглеводного обміну

Глікогенез (синтез глікогену): основні етапи, ферменти, коферменти, роль УТФ, регуляція, біологічне значення. Глікогеноліз (розпад глікогену): основні етапи, ферменти, регуляція, аденілатциклазний механізм, біологічне значення та енергетика. Спадкові ензимопатії обміну глікогену (глікогенози, аглікогенози): основні причини та біохімічні прояви. Глікокон'югати: представники, особливості біосинтезу та катаболізму вуглеводних компонентів. Глікозидози (мукополісахаридози). Регуляція вуглеводного обміну (дія інсуліну, адреналіну, глюкагону, глюкокортикоїдів, СТГ, АКТГ, тироксину) та його порушення (гіпо- та гіперглікемія, порушення толерантності до вуглеводів, цукровий діабет та ін.)

Тема 13. Ліпіди: класифікація, будова, біологічне значення. Перекисне окиснення ліпідів, каскад арахідонової кислоти. Травлення ліпідів в ШКТ. Жовчні кислоти. Транспортні форми ліпідів

Ліпіди: класифікація, будова, загальні властивості та біологічне значення. Структура та функції представників окремих класів ліпідів: будова і властивості жирних кислот; нейтральні жири, триацилгліцероли, воски; стерини і стероїди; складні ліпіди: фосфоацилгліцероли, сфінголіпіди, гліколіпіди. Роль ліпідів у побудові біологічних мембран. Структурна організація і фізико-хімічні властивості мембран (мозаїчність, плинність, в'язкість, асиметрія, латеральна дифузія). Ліпідні моделі біологічних мембран. Перекисне окиснення ліпідів (ПОЛ): ферментативне та неферментативне. Каскад арахідонової кислоти, ейкозаноїди та їх біологічне значення. Харчове значення ліпідів, особливості травлення (ферменти та особливості гідролізу триацилгліцеролів, фосфоліпідів, стеринів). Жовчні кислоти: структура, схема утворення, роль жовчних кислот в перетравленні ліпідів та всмоктуванні продуктів їх гідролізу. Транспортні форми ліпідів (ліпопротеїни): класифікація, склад, фізичні властивості, біологічне та діагностичне значення, методи дослідження.

Тема 14. Проміжний обмін ліпідів – ліполіз та його регуляція

Внутрішньоклітинний ліполіз: визначення, локалізація, біологічне значення. Катаболізм триацилгліцеролів: механізм, ферменти, регуляція. Активація гормонзалежного ферменту ліполізу - тригліцеридліпази. Нейрогуморальна регуляція ліполізу: роль адреналіну, глюкагону, інсуліну, соматотропіну. Активація жирних кислот (роль КоА), роль карнітину в транспорті жирних кислот в мітохондрії. Бета-окиснення жирних кислот: локалізація, послідовність ферментативних реакцій, енергетика окиснення. Особливості окиснення ненасичених жирних кислот і гліцеролу та їх енергетичний баланс. Енергетичний баланс повного окиснення молекули нейтрального жиру.

Тема 15. Проміжний обмін ліпідів – ліпогенез (синтез жирних кислот, триацилгліцеролів і фосфогліцероліпідів) та його регуляція

Метаболічні джерела синтезу жирних кислот. Цитратний механізм транспорту ацетил-КоА в цитозоль. Синтез малоніл-КоА, роль біотину в цьому процесі. Біосинтез жирних кислот: ферменти, коферменти, будова ацилтранспортуючого протеїну та синтази жирних кислот, механізм. Особливості синтезу ненасичених жирних кислот. Біосинтез триацилгліцеролів: механізм утворення активної форми гліцеролу (гліцерол-3-фосфату), синтез фосфатидної кислоти та її біологічне значення. Синтез фосфогліцероліпідів (фосфатидилхоліну, фосфатидилсерину, фосфатидилетаноламіну): роль фосфатидної кислоти, ЦТФ та метіоніну. Поглиблене вивчення біологічної ролі, біосинтезу та катаболізму сфінгозину, церамідів та сфінголіпідів. Сфінголіпідози.

Тема 16. Метаболізм кетонових тіл (кетогенез та кетоліз) та холестеролу, регуляція

Кетонові (ацетонові) тіла: структура, біологічне значення. Біосинтез кетонових тіл (кетогенез): субстрати, клітинна та органна локалізація, механізм, ферменти, коферменти
Розпад кетонових тіл (кетоліз): клітинна та органна локалізація, механізм, ферменти, коферменти. Патологія метаболізму кетонових тіл (поняття про кетонемію та кетонурію). Холестерин: структура, біологічне значення. Біосинтез холестерину: субстрати, ферменти, коферменти, механізм (утворення мевалонової кислоти, роль ГМГ-КоА-редуктази) та регуляція. Шляхи виведення холестерину з організму, транспортні форми холестерину. Регуляція та патологія ліпідного обміну (атеросклероз, ожиріння, жовчно-кам’яна хвороба).

Тема 17. Харчове значення та травлення білків

Харчове значення білків (норма білків в харчуванні, азотистий баланс). Білки повноцінні та неповноцінні. Травлення білків в ШКТ, протеолітичні ферменти (екзо- та ендопептидази, дипептидази), їх специфічність, механізми активації. Роль HCl в травленні білків. Катаболізм білків в тканинах (катепсини, убіквітин-протеосомна система деградації білків). Інгібітори протеолітичних ферментів як лікарські засоби. Гниття білків (гіппурова кислота, тваринний індикан – діагностичне значення).

Тема 18. Проміжний обмін білків та амінокислот. Декарбоксилування та трансамінування амінокислот

Загальні шляхи катаболізму амінокислот (за карбоксильною групою, за аміногрупою, деструкція вуглецевих радикалів). Пул амінокислот. Декарбоксилування амінокислот: види (α-декарбоксилування, ω-декарбоксилування, декарбоксилування, пов’язане з трансамінуванням або з конденсацією); механізм, ферменти, коферменти (роль ПАЛФ). Утворення та біологічне значення біогенних амінів (гістаміну, серотоніну, катехоламінів, ГАМК) та ендогенних токсинів (путресцину, кадаверину). Знешкодження біогенних амінів: роль моно- та диамінооксидаз, інгібітори моноамінооксидаз. Трансамінування амінокислот:

механізм, ферменти, коферменти (роль ПАЛФ), біологічне значення. Клініко-діагностичне значення визначення активності АСТ та АЛТ в плазмі крові, коефіцієнт де Рітіса

Тема 19. Дезамінування амінокислот. Шляхи знешкодження аміаку

Дезамінування амінокислот: види, ферменти (НАД-дегідрогенази, ФАД/ФМН-оксидази, дегідратази), коферменти, біологічне значення. Непряме дезамінування (роль альфа-кетоглутарату та глутамату). Джерела аміаку в організмі. Способи знешкодження аміаку. Утворення транспортних форм аміаку (роль аргінази, глутамінази). Орнітиновий цикл синтезу сечовини: локалізація, механізм, ферменти, біологічне значення, регуляція. Цикл фумарової кислоти: біологічна роль, механізм. Ензимопатії орнітинового циклу. Механізми цитотоксичної дії аміаку, гіперамоніемія. Клініко-діагностичне значення визначення рівня аміаку та сечовини в крові та сечі

Тема 20. Загальні шляхи катаболізму вуглецевих скелетів амінокислот. Індивідуальні шляхи обміну ациклічних амінокислот. Ензимопатії

Загальні шляхи катаболізму вуглецевих скелетів амінокислот. Класифікація амінокислот за біологічною значимістю (замінні, незамінні), їх зв'язок з метаболізмом глюкози та кетонових тіл. Спеціалізовані шляхи обміну та біологічне значення ациклічних амінокислот: 1) гліцину й серину (роль тетрагідрофолату в їх метаболізмі); 2) сірковмісних амінокислот метіоніну й цистеїну (цикл активного метилу; синтез креатину, таурину, гідроген сульфіду); 3) негативно заряджених амінокислот (аспартату, глутамату), позитивно заряджених амінокислот (лізину, аргініну), амінокислот з розгалуженими ланцюгами (валіну, лейцину, ізолейцину). Синтез оксиду азоту. Ензимопатії: хвороба "кленового сиропу", цистинурія, гіпероксалатурія, гомоцистинурія (акценти на молекулярні основи виникнення, діагностики та корекції). Новітні дані щодо біологічного значення гомоцистеїну та синдрому гіпергомоцистеїнемії.

Тема 21. Індивідуальні шляхи обміну циклічних амінокислот. Ензимопатії

Спеціалізовані шляхи обміну та біологічне значення циклічних амінокислот: 1) ароматичних амінокислот фенілаланіну й тирозину; ензимопатії (ферментні блоки) обміну фенілаланіну та тирозину (фенілпіровиноградна кетонурія та олігофренія, алкаптонурія, альбінізм); 2) гетероциклічних амінокислот проліну, триптофану (кінуреніновий шлях, синтез серотоніну, утворення індолу), гістидину (уроканіновий шлях, синтез гістаміну). Ензимопатії їх обміну (хвороба Хартнупа).

Тема 22. Практичні навички зі змістового модуля 1. «Біомолекули та клітинні структури. Загальні закономірності обміну речовин та енергії в живих організмах. Метаболізм основних класів біомолекул». Вирішення типових ситуаційних задач з медичної біохімії. Спеціалізовані практичні навички з медичної біохімії з новітньої інформації, розглянутої у темах модуля 1, за напрямом підготовки здобувача (за напрямом оригінального дисертаційного дослідження та науково-дослідної роботи кафедри).

Змістовий модуль 2. Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій. Біохімія тканин та фізіологічних функцій

Тема 23. Нуклеопротеїни та нуклеїнові кислоти

Нуклеотиди та нуклеозиди: визначення, структура, номенклатура, похідні, біологічне значення. Пуринові і піримідинові основи. Вуглеводні компоненти. Нуклеозиди, мононуклеотиди, нуклеозидмоно-, ди-, трифосфати. Циклічні нуклеотиди (цАМФ, цГМФ), їх біологічне значення. Нуклеїнові кислоти: класифікація, будова, характеристика, біологічне значення. ДНК - носій генетичної інформації. Рівні структурної організації ДНК, правила

Чаргаффа, модель Уотсона та Кріка. Новітні дані про типи РНК, їх будову, біологічні функції та локалізація в клітині (мРНК, тРНК, рРНК, мяРНК), рибозими Нуклеопротеїни: визначення, будова, біологічне значення. Молекулярна організація ядерного хроматину.

Тема 24. Метаболізм нуклеотидів, регуляція, патологія

Шляхи поповнення пулу вільних нуклеотидів в різних клітинах. Реутилізація готових азотистих основ та нуклеозидів (принцип, ферменти). Біосинтез пуринових нуклеотидів de novo: джерела атомів пуринового ядра, механізм, ферменти, ключові проміжні метаболіти, регуляція (ретроінгібування). Біосинтез піримідинових нуклеотидів de novo: джерела атомів піримідинового ядра, механізм, ферменти, ключові проміжні метаболіти, регуляція, патологія (оротатацидурія). Біосинтез дезоксирибонуклеотидів. Інгібітори синтезу дТМФ (структурні аналоги дТМФ, похідні птерину). Катаболізм пуринових нуклеотидів в тканинах: механізм, ферменти, регуляція. Фізико-хімічні властивості сечової кислоти. Біохімічна характеристика патології обміну пуринів: гіперурікемія, подагра, синдром Леша-Ніхана, роль інгібіторів ксантиноксидази. Катаболізм піримідинових нуклеотидів: механізм, ферменти, кінцеві продукти метаболізму та їх роль в обміні речовин.

Тема 25. Молекулярна біологія. Генетичний код. Реплікація ДНК

Генетичний код: визначення, властивості, біологічне значення. Напрямки та основні етапи передачі генетичної інформації. Генетичний матеріал вірусів, бактеріофагів, прокаріот, еукаріот. Мітохондріальна ДНК. Реплікація ДНК: визначення, загальні закономірності, біологічне значення. Механізм реплікації: сутність експерименту М.Мезельсона та Ф.Сталя. Фактори реплікації та компоненти ДНК-репліказної системи (реплісоми). Характеристика ДНК-полімераз прокаріот: ДНК-полімераза Корнберга, полімерази II та III, ДНК-полімерази еукаріот (α-, β-, γ-, ε-, δ- полімерази). Топологія ДНК при реплікації. Етапи реплікації. Праймосома - будова, функції. Утворення реплікативної вилки, «точки ori», механізм синтезу антипаралельних ланцюгів ДНК, фрагменти Оказакі. Інгібітори реплікації (афідиколін – інгібітор ДНК-полімераз α, δ, ε; доксорубіцин, мітоміцини, актиноміцин D – інтеркалятори; фторхінолони – інгібітори ДНК-гірази прокаріот). Феномен недореплікації ДНК. Теломери

Тема 26. Транскрипція. Процесінг. Інгібітори транскрипції

Транскрипція: загальні закономірності, кодуючі та некодуючі ланцюги ДНК, біологічне значення. Фактори та ферменти транскрипції. Характеристика РНК-полімераз прокаріот та еукаріот (РНК-полімерази I, II, III). Будова РНК-полімерази: σ-фактор, Cor-фермент (2α, β, β′). Сигнали транскрипції: 1) сигнали початку транскрипції у прокаріот та еукаріот – промотори, блок Прибнова, ТАТА-бокс, -35- та -10-послідовність; сигнали термінації транскрипції (паліндроми, полі-АТ-пари). Будова транскриптона (оперона). Механізм та етапи транскрипції (ініціація, елонгація, термінація, утворення ДНК-РНК-гібриду, утворення «шпильок»). Посттранскрипційна модифікація РНК (процесінг): сплайсинг, кепування, поліаденілування, хімічна модифікація. Особливості процесінгу пре-мРНК, пре-рРНК та пре-тРНК. Сплайсосома. Альтернативний сплайсинг. Інгібітори транскрипції: токсини, антибіотики, протипухлинні алкалоїди.

Тема 27. Трансляція. Інгібітори трансляції. Посттрансляційна модифікація білків. Нематричний синтез пептидів

Трансляція: фактори, біологічне значення. Особливості будови рибосом прокаріот та еукаріот. Активація амінокислот: локалізація, реакції, роль аміноацил-тРНК-синтетаз (кодаз). Етапи трансляції та їх механізм. Поняття про ініціюючі та термінуючі кодони. Кодон-антикодонова взаємодія. Утворення ініціюючого комплексу (роль метіоніну та

формілметіоніну, білкові фактори ініціації трансляції). Інгібітори трансляції: механізм дії антибіотиків, інтерферону та дифтерійного токсину. Посттрансляційна модифікація поліпептидів: хімічна модифікація, обмежений протеоліз. Фолдінг білків (шаперони, білки теплового шоку HSP). Пріони та пріонові хвороби. Нематричний синтез поліпептидів (глутатітону, рилізинг-факторів, ендорфінів, кінінів).

Тема 28. Регуляція експресії генів у прокаріт та еукаріот

Оперон: визначення, будова та призначення окремих ділянок. Регуляція експресії генів у прокаріот по типу індукції (функціонування Lac-оперону E.Coli за Ф.Жакоб та Ж.Моно) та репресії (функціонування гістидинового оперону E.Coli). Особливості геному еукаріот (екзони, інтрони, цис-регуляторні елементи, транс-регуляторні елементи, спейсери, транспозони, послідовності, що повторюються). Регуляція експресії генів у еукаріот на рівні структурної організації геному: гетеро- та еухроматин, хімічна модифікація гістонів (метилування, ацетилування, фосфорилування, SUMO), метилування ДНК (CpG-острівці). Генетичні рекомбінації та їх значення. Ампліфікація генів та її біомедичне значення. Полімеразна ланцюгова реакція (ПЛР). Регуляція експресії генів у еукаріот на рівні транскрипції (промоторні послідовності, енхансери, сайленсери, атенюатори, інсулятори), регуляторні білки, дискримінація РНК, інтерференція РНК. Регуляція біосинтезу білків на рівні трансляції (на прикладі регуляції трансляції глобіну та дії інтерферону; фосфорилування /дефосфорилування фактору ініціації трансляції eIF2; АДФ-рибозилування факторів елонгації при дії дифтерійного токсину). Особливості експресії генів та біосинтезу білків у людини.

Тема 29. Молекулярні механізми мутацій. Генна інженерія

Мутагени: визначення, класифікація та механізм дії. Мутації: визначення, класифікація та роль у виникненні ензимопатій та спадкових хвороб (мовчазні мутації, міссенс-мутації, нонсенс-мутації). Репарація ДНК: ферменти, етапи, біологічне значення. Репарація УФ-індукованих генних мутацій (видалення тимінових димерів, репарація дезамінування цитозину). Патологія репарації (пігментна ксеродерма, прогерія). Генна інженерія (технологія рекомбінантних ДНК): визначення, біологічне значення, принципи (кДНК, зворотні транскриптази, рестриктази, отримання, трансплантація та клонування генів). Рекомібінатні білки як лікарські засоби

Тема 30. Біохімія міжклітинних комунікацій. Загальна характеристика гормонів та гормоноподібних речовин. Принципи регуляції

Характеристика ендокринної системи. Загальні принципи клітинної комунікації. Взаємодія нервової, імунної та ендокринної систем. Концепція регуляторного механізму зворотного зв'язку. Каскадне посилення гормонального сигналу. Типи міжклітинної комунікації. Класифікація та загальна характеристика гормонів (за місцем синтезу, хімічною природою та характером біологічної дії). Характеристика істинних гормонів (гормонів дистантної дії), представники. Характеристика гормоноподібних речовин (гістогормонів), окремі представники (гастроінтестінальні пептиди, фактори росту, цитокіни та ін.). Структурні компоненти ендокринної системи. «Клітини-мішені». Поняття про APUD-систему, апудоцити та продукти їх життєдіяльності. Різновиди місцевого (ізокринного) характеру дії біорегуляторів.

Тема 31. Молекулярні механізми трансдукції гормонального сигналу. Апоптоз

Рецептори «клітин-мішеней» та їх будова (рецептори, асоційовані з іонними каналами, рецептори, асоційовані з G-білками, рецептори з ензиматичною активністю. Надродина цитоплазматичних рецепторів). Типи механізмів дії сигнальних молекул, в залежності від

рецептора і швидкості реалізації біологічного ефекту. Іонотропний механізм дії нейромедіаторів. Мембранний механізм дії гормонів білково-пептидної природи та катехоламінів. Характеристика G-білків, протеїнкіназ, вторинних месенджерів - цАМФ, цГМФ, ІТФ, ДАГ, кальцій-кальмодулінового месенджера (Са-КаМ). Цитозольний механізм дії гормонів стероїдної природи та тироксину. Роль активних форм кисню, нітроген монооксиду, монооксиду вуглецю, гідроген сульфіду, ейкозаноїдів, церамідів, як внутрішньоклітинних сигнальних молекул – месенджерів. Сигнальні системи рецептор-незалежного та рецептор-залежного апотозу, каспази, Fas-ліганди.

Тема 32. Регуляція метаболізму гормонами центральних ендокринних залоз (гіпоталамо-гіпофізарна система). Регуляція метаболізму гормонами периферійних ендокринних залоз (гормони щитоподібної залози та наднирників)

Гормони гіпоталамуса: хімічна природа, біосинтез, інактивація, регуляція секреції, механізм дії, біологічна роль. Гормони епіфіза: хімічна природа, біосинтез, інактивація, регуляція секреції, механізм дії, біологічна роль. Тропні гормони аденогіпофіза: класифікація, хімічна природа, біосинтез, інактивація, регуляція секреції, механізм дії, біологічна роль та можлива патологія при порушенні їх синтезу та секреції. Гормони нейрогіпофіза (вазопресин, окситоцин): місце синтезу, хімічна природа, біосинтез, інактивація, регуляція секреції, механізм дії, біологічна роль, можлива патологія при порушенні їх синтезу та секреції. Гормони щитоподібної залози (йодтироніни): хімічна природа, біосинтез, механізм дії, біологічна роль, можлива патологія при порушенні їх синтезу та секреції. Гормони мозкового шару наднирників (катехоламінів): хімічна природа, біосинтез, механізм дії, біологічна роль. Гормони кори наднирників (кортикостероїди та мінералокортикоїди): класифікація, хімічна природа, біосинтез, механізм дії, біологічна роль та можлива патологія при порушенні їх синтезу та секреції.

Тема 33. Характеристика гормонів залоз змішаної секреції. Статеві гормони. Гормони підшлункової залози. Гормональна регуляція гомеостазу кальцію і фосфатів

Чоловічі та жіночі статеві гормони: представники (прогестини або гестагени, андрогени та естрогени), місце синтезу, хімічна природа та особливості структурної організації, біосинтез, інактивація, регуляція секреції, механізм дії, біологічна роль та можлива патологія при порушенні їх синтезу та секреції. Гормональна функція підшлункової залози. Біосинтез та секреція інсуліну. Особливості функціонування рецепторів до інсуліну. Механізм дії інсуліну. Біосинтез та механізм дії глюкагону та інших гормонів підшлункової залози.
Гормональна регуляція фосфорно-кальцієвого обміну. Розподіл кальцію і фосфору в організмі та їх біологічне значення, участь анатомо-фізіологічних систем (кісток, кишечника, нирок) в гомеостазі кальцію і фосфору. Паратгормон: секреція паратироїдного гормону, ефекти паратгормону, рецептори паратироїдного гормону. Будова, біосинтез та механізм дії кальцитоніну. Новітні наукові дані про кальцитріол: активація вітаміну D3, ефекти вітаміну D3, рецептори кальцитріолу, регуляція утворення кальцитріолу, геномні та негеномні ефекти. Роль інших гормонів у підтримці фосфорно-кальцієвого гомеостазу.

Тема 34. Вітаміни. Основні поняття вітамінології. Номенклатура та класифікація вітамінів. Вітаміноподібні речовини. Вітаміни С та Р

Вітаміни: визначення, біологічне значення. Історія відкриття вітамінів. Класифікація та номенклатура вітамінів. Авітамінози, гіповітамінози, гіпервітамінози: визначення, приклади. Екзо- і ендогенні причини виникнення вітамінної недостатності. Антивітаміни; визначення, механізми дії, приклади, застосування в біології та медицині. Структура та біологічне значення вітаміноподібних речовин: холіну, ліпоєвої кислоти, пангамової (вітамін В15), оротової, параамінобензойної кислоти, інозиту, убіхінону. Характеристика вітамінів С та Р

(коферментні та некоферментні функції, харчові джерела, добова потреба, ознаки авітамінозу, біомедичне застосування).

Тема 35. Водорозчинні вітаміни групи В: назви, коферментні та некоферментні функції, харчові джерела, добова потреба, ознаки авітамінозу, біомедичне застосування

Водорозчинні, коферментні вітаміни. Хімічна будова, біологічно активні форми та каталітичні функції коферментних вітамінів: тіамін - вітамін В1, рибофлавін - вітамін В2 та його коферментні форми - ФАД, ФМН; нікотинова кислота, нікотинамід - вітамін РР та його коферментні форми - НАД+, НАДФ+; піридоксин - вітамін В6 та його коферментні форми - піридоксальфосфат та піридоксамінфосфат; біотин - вітамін Н, пантотенова кислота - вітамін В3 і його коферментна форма - коензим А; фолієва кислота - вітамін Вс або В9, коферментна форма - тетрагідрофолієва кислота як переносник одновуглецевих фрагментів у реакціях біосинтезу; кобаламін – вітамін В12 (метилкобаламін, 5-дезоксиаденозилкобаламін). Вміст вітамінів групи В у продуктах харчування, добова потреба, ознаки авітамінозу, застосування в біології та медицині.

Тема 36. Жиророзчинні вітаміни: біологічні функції, антиоксидантні властивості

Жиророзчинні вітаміни, хімічна будова, біологічні функції. Ретинол - вітамін А, антиксерофтальмічний фактор, каротиноїди. Біологічно активні форми: ретиналь, ретиноєва кислота, роль цис-транс ізомерії в процесах світлосприймання. Холекальциферолы – вітаміни групи Д, біологічно активні гідроксильовані похідні та їх роль в обміні кальцію і фосфатів. α-токоферол - вітамін Е. Біологічно активні хінони - вітамін К, коферментна функція та участь в зсіданні крові. Ознаки та причини авітамінозів та гіпервітамінозів. Жиророзчинні вітаміни як антиоксиданти.

Тема 37. Біохімія крові: фізико-хімічні константи, білки та ферменти

Кров як біологічна рідина, функції крові. Фізико-хімічні константи крові, їх регуляція. Буферні системи крові, лужний резерв крові. Порушення кислотно-лужної рівноваги (ацидоз, алкалоз). Хімічний склад крові, характеристика низькомолекулярних органічних компонентів (азотвмісних та безазотистих). Залишковий азот крові. Азотемії. Білки плазми крові: загальна характеристика, методи визначення, основні фракції. Вміст загального білка в плазмі крові в нормі та його зміни при патології. Характеристика білкових фракцій плазми крові (альбуміни, α1-, α2-, β -, γ - глобуліни) та їх окремих представників (α1-антитрипсин, гаптоглобін, трансферин, церулоплазмін, α2-макроглобулін, інтерферон, фібриноген). Білки гострої фази (С-реактивний протеїн) та патологічні білки плазми крові (кріоглобулін, альфа-фетопротеїн). Ферменти плазми крові (власні, індикаторні, екскреторні): окремі представники та їх значення для діагностики патологічних станів. Кінінова система крові.

Тема 38. Біохімія еритроцитів. Біосинтез порфіринів та гему. Гемоглобін. Система гемостазу та фібринолізу. Зміни в системі гемостазу за COVID-19

Біосинтез порфіринів та гему. Порушення обміну порфіринів (порфірії). Гемоглобін: будова, види, сполуки, біосинтез, роль в транспорті кисню. Етапи біосинтезу гемоглобіну та їх регуляція. Гемоглобінози (гемоглобінопатії, талассемії).
Згортальна, антизгортальна та фібринолітична системи крові. Роль ендотелію судин та тромбоцитів в гемостазі. Коагуляційний гемостаз: фази, шляхи, групи факторів згортання крові (в нормі та при патології). Антикоагулянти та інгібітори згортання крові (протеїн С, протеїн S, антитромбін ІІІ). Система фібринолізу (плазміноген, активатори та інгібітори). Молекулярні механізми засідання крові. Принципи лабораторної оцінки стану системи гемостазу, значення D-димеру. Зміни в системі гемостазу за COVID-19.

Тема 39. Біохімія імунних процесів. Біохімія запалення. Біохімічні аспекти COVID-19

Загальна характеристика імунної системи (клітинна та гуморальна ланки). Кластери диференціації лімфоцитів (маркери Т- та В-лімфоцитів, нульових клітин) та методи їх дослідження. Імуноглобуліни: структура, біологічні функції. Медіатори і гормони імунної системи (цитокіни, інтерлейкіни, фактори росту). Біохімічні компоненти системи комплементу людини. Біохімічні механізми розвитку імунодефіцитних станів (первинні та вторинні імунодефіцити). Принципи лабораторної оцінки стану імунної системи системи. Новітні наукові дані про біохімію запалення. Медіатори запалення та флогогенні чинники. Патогенетичні стадії запалення (альтерація, ексудація, проліферація). Пусковий механізм запалення, Toll-like рецептори та їх ліганди. Біохімічні етапи запальної відповіді. Медіатори запалення (клітинні циркулюючі). Утворення ліпідних медіаторів запалення. Характеристика ізоформ ЦОГ. Утворення активних форм кисню та азоту, їх роль в запальній реакції. Характеристика ізоформ синтази оксиду азоту. Білки гострої фази – класифікація, діагностичне значення. Регуляція запального процесу. Біохімічні аспекти COVID-19 (механізми розвитку «цитокінового шторму», патогенетичне та діагностичне значення ІЛ-6, діагностичні та прогностичні біохімічні та імунологічні маркери). Біохімічні основи протизапальної дії лікарських засобів, антицитокінові засоби.

Тема 40. Біохімія печінки. Пігментний обмін

Печінка – центральний орган підтримки гомеостазу організму. Роль печінки в обміні вуглеводів (синтезі та розпаді глікогену, глюконеогенезі та ін.).; обміні ліпідів (синтезі та розпаді жирних кислот, метаболізмі кетонових тіл та холестерину.); обміні білків та амінокислот; детоксикації аміаку та синтезі сечовини.
Пігментний обмін. Катаболізм гемоглобіну: основні етапи, роль ретикуло-ендотеліальної системи та печінки. Обмін та характеристика жовчних пігментів (прямого та непрямого білірубіну, стеркобіліну та уробіліну). Рівень загального білірубіну та його фракцій в плазмі крові в нормі. Жовтяниці: визначення, класифікація. Характеристика набутих жовтяниць, їх біохімічна діагностика. Спадкові жовтяниці: характеристика, біохімічна діагностика. Склад та значення жовчі.

Тема 41. Детоксикаційна функція печінки. Біотрансформація ксенобіотиків та ендогенних токсинів. Мікросомальне окиснення, реакції кон'югації, Р-глікопротеїн

Поняття про ксенобіотики, шляхи метаболізму ксенобіотиків. Будова та функції мікросомальних електронно-транспортних ланцюгів (НАДФН- та НАДН-залежних). І фаза біотрансформації ксенобіотиків: приклади реакцій окиснення (гідроксилування, деалкілування), роль системи цитохромів Р450. Феномен індукції ферментів метаболізму ксенобіотиків та його біомедичне значення. Поняття про метаболічну активацію ксенобіотиків та її наслідки для організму. ІІ фаза біотрансформації ксенобіотиків та ендогенних метаболітів: значення, загальні закономірності. Реакції кон'югації. Приклади реакцій кон'югації з глюкуроновою, сірчаною, оцтовою кислотами, гліцином (утворення гіпурових кислот), глутатіоном. Нові науковві дані про ІІІ фазу метаболізму ксенобіотиків та її біологічне значення (система Р-глікопротеїну).

Тема 42. Водно-мінеральний обмін. Біохімія нирок та сечі

Класифікація та біологічне значення мінеральних речовин. Вода: будова, біологічне значення, обмін. Гормональна регуляція водно-мінерального обміну. Гормони - регулятори осмотичного тиску та концентрації іонів калію і натрію (антидіуретичний гормон, система ренін-ангіотензин-альдостерон, передсердний натрійуретичний пептид). Мінеральний обмін: вміст хімічних елементів в організмі людини, їх класифікація, біологічне значення. Основні

функції нирок. Особливості обміну речовин в нирках. Механізм утворення сечі: фільтрація, реабсорбція, секреція. Кліренс: визначення, значення, приклади. Фізико-хімічні властивості сечі. Органічні і неорганічні компоненти сечі.

Тема 43. Біохімія м'язової та сполучної тканини

Біохімія м'язової тканини. Характеристика білків, небілкових азотвмісних речовин та безазотистих сполук м’язів. Креатин, креатинфосфат, креатинін: синтез, біологічна роль. Енергопостачаючі процеси м’язового скорочення. Послідовність включення енергопостачаючих процесів під час м’язової роботи.. Молекулярні механізми скорочення та розслаблення поперечно-посмугованих м’язів. Особливості скорочення гладеньких м’язів та кардіоміоцитів. Біохімічні зміни в м’язах під час тренування, гіпокінезії та втоми.. Біохімічні зміни при патології скелетних м’язів (м’язових дистрофія, атрофіях, метаболічних міопатіях) та серцевого м’язу (інфаркті міокарда, міокардитах, кардіоміопатіях).
Сполучна тканина: види, функції, особливості будови, клітинні елементи. Біохімія основної речовини сполучної тканини: будова, функції, особливості метаболізму глікозаміногліканів, протеогліканів, структурних глікопротеїнів. Мукополісахаридози. Біохімія волокон сполучної тканини: будова, функції, особливості біосинтезу та розпаду колагену та еластину. Молекулярні основи патології сполучної тканини: спадкові порушення будови колагенових та еластинових волокон (синдром Елерса-Данлоса, Менке, Марфана), колагенози, скорбут. Біохімічні маркери патології сполучної тканини

Тема 44. Біохімія нервової тканини

Особливості хімічного складу та метаболізму нервової тканини. Нейромедіатори та нейропептиди: представники, біологічне значення. Спиномозкова рідина: хімічний склад, зміни при патології. Біохімічні основи виникнення та проведення нервових імпульсів. Будова та функціонування хімічних синапсів. Поняття про нейромедіатори та нейромодулятори. Характеристика нейромедіаторів - збуджувальних (серотонін, гістамін, глутамат, аспартат), гальмівних (ГАМК, гліцин, таурин, аденозин) та змішаних (ацетилхолін, норадреналін, дофамін). Нові наукові дані про нейротрофіни (мозковий нейротрофічний фактор, фактор росту нервів, нейротрофіни 3 та 4). Лікарські препарати, що впливають на нервову систему

Тема 45. Практичні навички зі змістового модуля 2. Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій та гормональної регуляції. Біохімія тканин та фізіологічних функцій. Вирішення типових ситуаційних задач з медичної біохімії. Спеціалізовані практичні навички з медичної біохімії з новітньої інформації, розглянутої у темах модуля 2, за напрямом підготовки здобувача (за напрямом оригінального дисертаційного дослідження та науково-дослідної роботи кафедри). Загальний підсумок зі спеціалізації «Медична біохімія».

3. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	**Всього**	**Практичні заняття**	**СРС**	**Медична практика**
Змістовий модуль 1. Біомолекули та клітинні структури. Загальні закономірності обміну речовин та енергії в живих організмах. Метаболізм основних класів біомолекул				
Предмет і задачі біохімії. Методи біохімічних досліджень. Основні класи біомолекул. Клітинні структури	13	2	3	8
Білки та їх біологічні функції	10	2	6	2
Ферменти: номенклатура та класифікація, хімічна природа, будова та механізм дії	5	2	3	-
Властивості ферментів. Кінетика та енергетика ферментативних реакцій. Принципи визначення та одиниці активності ферментів.	8	2	2	4
Регуляція ферментативної активності. Активатори та інгібітори ферментів, їх біомедичне значення. Медична ензимологія	5	2	3	-
Кофактори і коферменти: хімічна будова і функції	4	2	2	-
Загальні шляхи метаболізму. Окисне декарбоксилування піровату. Цикл трикарбонових кислот Кребса	2	2	-	-
Біологічне окиснення. Тканинне дихання.	3	2	1	-
Біоенергетика. Окисне фосфорилування	5	2	3	-
Вуглеводи: класифікація, будова, біологічне значення. Травлення вуглеводів в ШКТ. Проміжний обмін вуглеводів. Анаеробний гліколіз. Спиртове бродіння.	10	2	6	2
Аеробне окиснення вуглеводів. Ефект Пастера. Пентозофосфатний шлях окиснення глюкози. Глюконеогенез	6	2	4	-
Глікогенез та глікогеноліз. Глікокон'югати. Ензимопатії обміну глікогену та глікокон'югатів. Регуляція вуглеводного обміну	2	2	-	-
Ліпіди: класифікація, будова, біологічне значення. Перекисне окиснення ліпідів, каскад арахідонової кислоти. Травлення ліпідів в ШКТ. Жовчні кислоти. Транспортні форми ліпідів	6	2	2	2
Проміжний обмін ліпідів – ліполіз та його регуляція	2	2	-	-
Проміжний обмін ліпідів – ліпогенез (синтез жирних кислот, триацилгліцеролів і фосфогліцероліпідів) та його регуляція	6	2	2	2
Метаболізм кетонових тіл (кетогенез та кетоліз) та холестеролу, регуляція	8	2	2	4
Харчове значення та травлення білків	6	2	2	2
Проміжний обмін білків та амінокислот. Декарбоксилування та трансамінування амінокислот	2	2	-	-

Дезамінування амінокислот. Шляхи знешкодження аміаку	6	2	2	2
Загальні шляхи катаболізму вуглецевих скелетів амінокислот. Індивідуальні шляхи обміну ациклічних амінокислот. Ензимопатії	5	3	-	2
Індивідуальні шляхи обміну циклічних амінокислот. Ензимопатії	4	2	2	-
Практичні навички зі змістового модуля 1	2	2	-	-
Всього за змістовим модулем 1	120	45	45	30
Змістовий модуль 2. Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій. Біохімія тканин та фізіологічних функцій				
Нуклеопротеїни та нуклеїнові кислоти	7	1	4	2
Метаболізм нуклеотидів, регуляція, патологія	8	2	4	2
Молекулярна біологія. Генетичний код. Реплікація ДНК	7	2	3	2
Транскрипція. Процесінг. Інгібітори транскрипії	3	2	1	-
Трансляція. Інгібітори трансляції. Посттрансляційна модифікація білків. Нематричний синтез пептидів	6	2	4	-
Регуляція експресії генів у прокаріт та еукаріот	2	2	-	-
Молекулярні механізми мутацій. Генна інженерія	2	2	-	-
Біохімія міжклітинних комунікацій. Загальна характеристика гормонів та гормоноподібних речовин. Приципи регуляції	7	2	3	2
Молекулярні механізми трансдукції гормонального сигналу. Апоптоз	4	2	2	-
Регуляція метаболізму гормонами центральних ендокринних залоз (гіпоталамо-гіпофізарна система). Регуляція метаболізму гормонами периферійних ендокринних залоз (гормони щитоподібної залози та наднирників)	3	2	1	-
Характеристика гормонів залоз змішаної секреції. Статеві гормони. Гормони підшлункової залози. Гормональна регуляція гомеостазу кальцію і фосфатів	6	2	2	2
Вітаміни. Основні поняття вітамінології. Номенклатура та класифікація вітамінів. Вітаміноподібні речовини. Вітаміни С та Р	4	2	2	-
Водорозчинні вітаміни групи В: назви, коферментні та некоферментні функції, харчові джерела, добова потреба, ознаки авітамінозу, біомедичне застосування.	4	2	-	2
Жиророзчинні вітаміни: біологічні функції, антиоксидантні властивості.	4	2	2	-
Біохімія крові: фізико-хімічні константи, білки та ферменти	6	2	2	2
Біохімія еритроцитів. Біосинтез порфіринів	6	2	2	2

та гему. Гемоглобін. Система гемостазу та фібринолізу. Зміни в системі гемостазу за COVID-19				
Біохімія імунних процесів. Біохімія запалення. Біохімічні аспекти COVID-19	6	2	2	2
Біохімія печінки. Пігментний обмін	3	1	-	2
Детоксикаційна функція печінки. Біотрансформація ксенобіотиків та ендогенних токсинів. Мікросомальне окиснення, реакції кон'югації, Р-глікопротеїн	8	2	4	2
Водно-мінеральний обмін. Біохімія нирок та сечі	8	2	2	4
Біохімія м'язової та сполучної тканини	6	2	2	2
Біохімія нервової тканини	5	2	3	-
Практичні навички зі змістового модуля 2	3	3	-	-
Практичні навички з практики	2	-	-	2
Всього за змістовим модулем 2	120	45	45	30
Всього	**240**	**90**	**90**	**60**

5. Теми практичних занять

№ з/п	Тема	Кількість годин
Змістовий модуль 1. Біомолекули та клітинні структури. Загальні закономірності обміну речовин та енергії в живих організмах. Метаболізм основних класів біомолекул		
1	Предмет і задачі біохімії. Методи біохімічних досліджень. Основні класи біомолекул. Клітинні структури	2
2	Білки та їх біологічні функції	2
3	Ферменти: номенклатура та класифікація, хімічна природа, будова та механізм дії	2
4	Властивості ферментів. Кінетика та енергетика ферментативних реакцій. Принципи визначення та одиниці активності ферментів.	2
5	Регуляція ферментативної активності. Активатори та інгібітори ферментів, їх біомедичне значення. Медична ензимологія	2
6	Кофактори і коферменти: хімічна будова і функції	2
7	Загальні шляхи метаболізму. Окисне декарбоксилування пірувату. Цикл трикарбонових кислот Кребса	2
8	Біологічне окиснення. Тканинне дихання.	2
9	Біоенергетика. Окисне фосфорилування	2
10	Вуглеводи: класифікація, будова, біологічне значення. Травлення вуглеводів в ШКТ. Проміжний обмін вуглеводів. Анаеробний гліколіз. Спиртове бродіння.	2
11	Аеробне окиснення вуглеводів. Ефект Пастера. Пентозофосфатний шлях окиснення глюкози. Глюконеогенез	2
12	Глікогенез та глікогеноліз. Глікокон'югати. Ензимопатії обміну глікогену та глікокон'югатів. Регуляція вуглеводного обміну	2
13	Ліпіди: класифікація, будова, біологічне значення. Перекисне окиснення ліпідів, каскад арахідонової кислоти. Травлення ліпідів в ШКТ. Жовчні кислоти. Транспортні форми ліпідів	2
14	Проміжний обмін ліпідів – ліполіз та його регуляція	2
15	Проміжний обмін ліпідів – ліпогенез (синтез жирних кислот, триацилгліцеролів і фосфогліцероліпідів) та його регуляція	2

16	Метаболізм кетонових тіл (кетогенез та кетоліз) та холестеролу, регуляція	2
17	Харчове значення та травлення білків	2
18	Проміжний обмін білків та амінокислот. Декарбоксилування та трансамінування амінокислот	2
19	Дезамінування амінокислот. Шляхи знешкодження аміаку	2
20	Загальні шляхи катаболізму вуглецевих скелетів амінокислот. Індивідуальні шляхи обміну ациклічних амінокислот. Ензимопатії	2
21	Індивідуальні шляхи обміну циклічних амінокислот. Ензимопатії	2
22	Практичні навички зі змістового модуля 1. «Біомолекули та клітинні структури. Загальні закономірності обміну речовин та енергії в живих організмах. Метаболізм основних класів біомолекул»	3
Змістовий модуль 2. Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій. Біохімія тканин та фізіологічних функцій		
23	Нуклеопротеїни та нуклеїнові кислоти	1
24	Метаболізм нуклеотидів, регуляція, патологія	2
25	Молекулярна біологія. Генетичний код. Реплікація ДНК	2
26	Транскрипція. Процесінг. Інгібітори транскрипії	2
27	Трансляція. Інгібітори трансляції. Посттрансляційна модифікація білків. Нематричний синтез пептидів	2
28	Регуляція експресії генів у прокаріт та еукаріот	2
29	Молекулярні механізми мутацій. Генна інженерія	2
30	Біохімія міжклітинних комунікацій. Загальна характеристика гормонів та гормоноподібних речовин. Приципи регуляції	2
31	Молекулярні механізми трансдукції гормонального сигналу. Апоптоз	2
32	Регуляція метаболізму гормонами центральних ендокринних залоз (гіпоталамо-гіпофізарна система). Регуляція метаболізму гормонами периферійних ендокринних залоз (гормони щитоподібної залози та наднирників)	2
33	Характеристика гормонів залоз змішаної секреції. Статеві гормони. Гормони підшлункової залози. Гормональна регуляція гомеостазу кальцію і фосфатів	2
34	Вітаміни. Основні поняття вітамінології. Номенклатура та класифікація вітамінів. Вітаміноподібні речовини. Вітаміни С та Р	2
35	Водорозчинні вітаміни групи В: назви, коферментні та некоферментні функції, харчові джерела, добова потреба, ознаки авітамінозу, біомедичне застосування.	2
36	Жиророзчинні вітаміни: біологічні функції, антиоксидантні властивості.	2
37	Біохімія крові: фізико-хімічні константи, білки та ферменти	2
38	Біохімія еритроцитів. Біосинтез порфіринів та гему. Гемоглобін. Система гемостазу та фібринолізу. Зміни в системі гемостазу за COVID-19	2
39	Біохімія імунних процесів. Біохімія запалення. Біохімічні аспекти COVID-19	2
40	Біохімія печінки. Пігментний обмін	1
41	Детоксикаційна функція печінки. Біотрансформація ксенобіотиків та ендогенних токсинів. Мікросомальне окиснення, реакції кон'югації, Р-глікопротеїн	2
42	Водно-мінеральний обмін. Біохімія нирок та сечі	2
43	Біохімія м'язової та сполучної тканини	2
44	Біохімія нервової тканини	2
45	Практичні навички зі змістового модуля 2 «Молекулярна біологія. Біохімія міжклітинних комунікацій. Біохімія тканин та фізіологічних функцій»	3
Всього		**90**

6. Самостійна робота

№ з/п	Тема	Кількість годин
1	Методи дослідження в біохімії (хімічні, фізичні, біологічні, метод ферментативного аналізу). Матеріал для біохімічних досліджень. Принципи організації та функціонування живої матерії молекулярної економії, простої складності, комплементарності та ін.). Теорії походження біомолекул	3
2	Хімічні властивості амінокислот. Хімічні реакції амінокислот по -COOH, -NH_2- групах і бічних радикалах. Кислотно-основні властивості амінокислот. Ізоелектрична точка амінокислот (IET, pI). Використання хімічних реакцій амінокислот в структурних дослідженнях і аналітичній практиці.	2
3	Кислотно-основні властивості білків і їх використання в методах розділення білків (іонообмінна хроматографія, електрофорез). Хімічна модифікація білків. Реакції окремих функціональних груп білків. Афінна модифікація.	2
4	Стратегія і практика визначення первинної структури білків. Хімічний гідроліз білків. Кількісний амінокислотний аналіз. Автоматичний амінокислотний аналіз: принцип методу і використання. Аналіз амінокислотної послідовності. Визначення N-кінцевих амінокислотних залишків. Методи Сенджера, Едмана. Метод з використанням амінопептидаз. Аналіз С-кінцевих амінокислотних залишків гідразинолізом і карбоксипептидазним методами.	2
5	Рибозими – каталітичні молекули РНК. Значення дослідження будови та функцій ферментів, їх утворення, генетики ферментів для розвитку медицини, мікробіологічної промисловості, генної інженерії	2
6	Методи виділення та очищення ферментів. Основні методи виділення ферментів, їх позитивні сторони і недоліки, умови виділення. Очищення ферментів та його значення. Ферменти, їх активатори та інгібітори як лікарські засоби	4
7	Кінетика ферментативних реакцій. Рівняння Міхаеліса-Ментен, кінетичних параметри активності ферментативних реакцій (константи Міхаеліса, V max). Вплив інгібіторів на кінетичні параметри ферментативних реакцій.	2
8	Низькомолекулярні пептиди та білки як кофактори певних ферментних систем: тіоредоксин, ацетилтранспортні білки, фосфопантотеїнпротеїни, глутатіон	2
9	Аденілова система АТФ-АДФ як центральний переносник хімічної енергії в клітині. Локалізація і властивості АТФ і АДФ. Термодинамічні принципи функціонування системи АТФ-АДФ. Стандартна вільна енергія гідролізу АТФ. Фактори, які впливають на стандартну вільну енергію гідролізу АТФ у клітині. Високоенергетичні і низькоенергетичні фосфати. Фосфагени і їх біологічна роль.	2
10	Типи механізмів акумуляції енергії. Субстратне фосфорилювання і фосфорилювання в ланцюгу окислювально-відновних ферментів. Поняття первинного акцептора енергії при окиснювальних процесах. Мембранні аспекти проблеми біологічної трансформації енергії. Мітохондрії. Особливості внутрішніх і зовнішніх мітохондріальних мембран. Локалізація основних мітохондріальних ферментів. Поліфункціональність мембрани мітохондрій	2
11	Моносахариди: структура, властивості, стереохімія (D-, L-, α-, β-форми,	2

	стереоізомери, епімери, аномери, енантіомери, явище мутаротації, рацемати). Моносахариди. D-ряди альдоз і кетоз. Похідні моносахаридів (альдонові, альдарові та уронові кислоти, амінопохідні, глікозиди). Гомополісахариди (глікоген, крохмаль, клітковина, пектинові речовини). Гетерополісахариди рослин, полісахариди клітинних стінок. Гетерополісахариди тварин (гіалуронова кислота, хондроїтинсульфати, гепарин).	
12	Харчове значення вуглеводів: добова потреба та енергетична цінність, роль моно-, ди- та полісахаридів у харчуванні. Харчові волокна: представники, біологічна роль, харчові джерела. Пристінкове травлення, всмоктування продуктів гідролізу вуглеводів у кишечнику та їх транспорт у клітини. Недостатність дисахаридаз: причини та клініко-біохімічна характеристика	2
13	Спиртове бродіння: визначення, механізм (подібність та відмінність з гліколізом), біологічне значення	2
14	Значення глюкозо-лактатного та глюкозо-аланінового циклів в глюконеогенезі, човникові системи транспорту оксалоацетату з мітохондрій в цитозоль	2
15	Особливості метаболізму та біологічне значення фруктози та галактози. Ензимопатії обміну фруктози та галактози (фруктоземія, галактоземія, непереносимість фруктози)	2
16	Біологічне значення поліненасичених жирних кислот, особливості метаболізму. Есенціальні жирні кислоти. Значення омега-3 та омега-6 поліненасичених жирних кислот	2
17	Ліпотропні та ліпогенні фактори: механізм дії та біологічне значення. Біохімічні маркери жирової дистрофії печінки	2
18	Біохімічні основи дії гіполіпідемічних засобів (інгібітори ГМГ-КоА-редуктази, фібрати, омега-3-поліненасичені жирні кислоти). Біологічна роль мевалонової кислоти	2
19	Харчове значення білків: азотистий баланс (види, методи оцінки). Коефіцієнт зношування білків Рубнера. Аліментарний дефіцит білків (квашиокор, спру)	2
20	Способи знешкодження аміаку. Амоніотелічні, уреотелічні, урикотелічні види. Спадкові порушення орнітинового циклу сечовиноутворення (дефекти карбомоїлфосфатсинтетази 1, орнітинкарбомоїлтрансферази, аргініносукцинат-синтетази, аргініносукцинатліази). Біохімічна діагностика ензимопатій орнітинового циклу	2
21	Біологічно-активні сірковмісні сполуки. Синдром гіпегомоцистеїнемії. Біологічна роль гідрген сульфіду	2
22	Історія дослідження нуклеїнових кислот. Досліди Гріффітса, Евері, Мак-Карті, Хочкінса. Роботи Кріка і Бреннера. Внесок вітчизняних вчених у вивчення нуклеїнових кислот.	2
23	Біосинтез дезоксирибонуклеотидів. Структура рибонуклеотидредуктазного комплексу (роль НАДФН, тіоредоксинредуктази, тіоредоксину).	2
24	Інгібітори синтезу нуклеотидів як протипухлинні засоби (структурні аналоги дТМФ, похідні птерину, інгібітори тимідилатсинтази, дигідрофолатредуктази)	2
25	Внутрішньоклітинна локалізація нуклеїнових кислот. Поліморфізм ДНК. Характеристика A-, B-, C-, T-, Z-, SBS-форм ДНК.	2
26	Реплікація, транскрипція вірусних геномів. Обернена транскрипція. Реплікація генома ДНК-вмісних вірусів (ДНК → ДНК). Транскрипція генома ДНК-вмісних вірусів (ДНК → РНК). Реплікація і транскрипція геномів РНК-вмісних вірусів.	2

27	Особливості структурної організації генома еукаріот. Сателітна ДНК. Помірні повтори, унікальні повтори. Мобільність генома прокаріот та еукаріот. Транспозони у бактерій. Мобільні диспергованні гени.	2
28	Молекулярні шаперони. Шапероніни - шаперони прокаріот, мітохондрій і протопластів. Родина білків hsp-70. Білки теплового шоку. Пріони	2
29	Нематричний синтез поліпептидів та білків (глутатіону, рилізинг-факторів, ендорфінів, кінінів)	2
30	Гормональна регуляція функції шлунково-кишкового тракту. Загальні властивості гормонів шлунково-кишкового тракту та їх класифікація, механізм дії.	2
31	Гормональна регуляція споживання їжі та насичення. Гормональна функція жирової тканини (адипокіни)	2
32	Гормони тимуса, плаценти та їх біологічна роль. Патологія	2
33	Гормональна регуляція серцево-судинної системи: вазоактивні речовини ендотеліальних клітин (простагландини, тромбоксани, оксид азоту, ендотеліни), роль вазопресину, ренін-ангіотензин-альдостеронової системи, катехоламінів	2
34	Історія відкриття вітамінів. Антивітаміни – інгібітори ферментів. Значення вітамінів у гігієні харчування та медицині	2
35	Сучасні погляди на механізми біологічної дії вітаміну D3	2
36	Особливості обміну речовин в еритроцитах. Біохімічні основи гемолізу еритроцитів. Дефекти мембранних білків еритроцитів. Ензимопатії (дефіцит піруваткінази, глюкозо-6-фосфатдегідрогенази)	2
37	Білки плазми крові: диспротеїнемії, діагностичне значення протеїнограм	2
38	Гемоглобін і міоглобін: відмінності будови і структурної організації. Механізм оксигенації і його математичні моделі. Регуляція процесу оксигенації гемоглобіну метаболітами: ефект Бора, вплив 2,3-дифосфогліцерату і АТФ	2
39	Суперродина цитохрому Р450 – історія відкриття, біологічне та медичне значення	2
40	Метаболізм етанолу та механізм його токсичної дії. Утворення та біологічна роль ендогенного етанолу.	2
41	Мінеральний обмін: вміст хімічних елементів в організмі людини, їх класифікація. Біологічне значення окремих макро- та мікроелементів (Na, K, Cl, Fe, F, I, Zn, Mg, Mn, Al, Co, Se, Br)	1
42	Родина натрійуретичних гормонів: передсердний натрійуретичний пептид, мозковий натрійуретичний пептид та С-тип натрійуретичного пептиду. Особливості будови, біологічна роль	1
43	Біохімічні зміни в міокарді при старінні, ожирінні та серцево-судинних захворюваннях	2
44	Біохімічні механізми патогенезу психічних розладів, нейрохімічні механізми дії психотропних засобів	2
45	Нейротофіни (мозковий нейротрофічний фактор, фактор росту нервів, нейротрофіни 3,4). NMDA-рецептори, глутаматна ексайтотоксичність	1
Всього		**90**

7. Медична практика

№ з/п	Тема	Кількість годин
1	Правила техніки безпеки при роботі з хімічними речовинами та обладнанням. Підготовка біологічного матеріалу для різних видів лабораторного дослідження (гомогенізація, центрифугування, виділення клітинних та субклітинних фракцій, плазми та сироватки крові та ін.).	2
2	Аналітичні принципи та технології проведення біохімічних досліджень (призначення матеріально-технічного оснащення лабораторій; використання хімічні реактивів та посуду) Принципи фізико-хімічних та біохімічних методів дослідження, (абсорбційної спектроскопії, хроматографії, спектрофотометрії, фотоелектроколориметрії, атомно-абсорбційної спектрофотометрії, полум'яневої фотометрії, флюорометрії, електрофорезу).	2
3	Робота із засобами вимірювальної техніки роботи та базовим лабораторним обладнанням (фотоелектроколориметром, спектрофотометром, гемокоагулометром, pH-метром, центрифугами та ін.). Побудова калібрувальних графіків, розрахунки концентрації речовин в біологічному матеріалі.	4
4	Виявлення вмісту білка в біологічних рідинах та біологічному матеріалі (проби з сульфосаліциловою та трихлороцтовою кислотами; проба Геллера; біуретова реакція; відкриття альбумінів за реакцією з бромкрезоловим зеленим; аналіз білкових фракції в плазмі крові).	2
5	Встановлення активності ферментів в біологічних рідинах (виявляти активність α-амілази, трансаміназ, гама-глутамілтранспептидази, лужної фосфатази в сироватці крові уніфікованими методами).	2
6	Розрахунок кінетичних параметри активності ферментів (константи Міхаеліса, V max) графічним методом в прямих та обернених координатах (за Лайнуівером-Берком).	2
7	Аналіз показників вуглеводного обміну: якісні реакції на моносахариди (проби Фелінга, Ніландера, Селіванова, Біаля); кількісне визначення вмісту глюкози в біологічних рідинах (в сечі - поляриметричним методом, методом Альтгаузена, глюкотест; в крові - глюкозооксидазним методом, ортотолуїдиновим методом); кількісне визначення піровиноградної кислоти в біологічних рідинах (реакція з 2,4-дінітрофенілгідразином); виявлення лактату за реакцією Уффельмана; кількісне визначення фруктозо-1,6-дифосфату після кислотного гідролізу за вмістом фруктози.	2
8	Аналіз показників ліпідного обміну: кількісне визначення вмісту тригліцеридів в сироватці крові ензиматичними методами, визначення вмісту тригліцеридів за реакцією з ацетил-ацетоном після екстрагування сумішшю гептана з ізопропіловим спиртом; визначення суми тригліцеридів та фосфоліпідів (за реакцію гідроксиламіном), визначення бета-ліпопротеїнів (визначався за реакцією осадження гепарином в присутності солей кальцію за методом Бурштейна-Самая),	2
9	Аналіз показників ліпідного обміну: кількісне визначення вмісту холестеролу, альфа-холестерину (після осадження бета-ліпопротеїнів гепарином в присутності солей марганцю); визначення вмісту холестерину ліпопротеїнів низької щільності розрахунковим методом (за формулою Friedwald), розрахунок індексу атерогенності.	2
10	Визначення активності ПОЛ: визначення вмісту малонового діальдегіду (за реакцією з 2-тіобарбітуровою кислотою); визначення активності ПОЛ за показником перекисного гемолізу еритроцитів.	2

11	Якісне та кількісне дослідження вмісту кетонових тіл в сечі (за реакцією з нітропрусидом натрію, експрес-методом).	2
12	Визначення кислотності шлункового соку (титриметричним методом).	2
13	Визначення кількості сечовини в сироватці крові (за реакцією з диацетилмонооксимом, уреазним методом).	2
14	Розділення суміші амінокислот методом хроматографії на папері.	2
15	Основи молекулярно-генетичних досліджень (виділення нуклеїнових кислот із біологічного матеріалу, етапи полімеразно-ланцюгової реакції). Основи імуноферментного аналізу. Демонстрація ІФА.	2
16	Кількісне визначення сечової кислоти в біологічних рідинах методом Фоліна (за реакцією з фосфорновольфрамовим реактивом).	2
17	Визначення вмісту ДНК в біологічному матеріалі за методом Діше. Визначення вмісту РНК в біологічному матеріалі за методом Мейбаума.	2
18	Кількісне визначення метаболітів нітроген оксиду в біологічних рідинах (за реакцією з реактивом Гриса).	2
19	Кількісне визначення аскорбінової кислоти та рутину (вітаміну Р) харчових продуктах, якісні реакції на вітаміни групи В, жиророзчинні вітаміни	2
20	Визначення концентрації фібриногену в плазмі крові гравіметричним методом за Р.А. Рутберг та спектрофотометричним методом за В.А.Беліцером	2
21	Кількісне визначення хлоридів крові за методом Рушняка	2
22	Визначення рівня гемоглобіну в крові. Виявлення гему гемоглобіну в біологічних об’єктах та на інструментарії (за реакцією з бензидином, азопірамом)	2
23	Визначення сероглікоїдів в сироватці крові (турбідиметричний метод), виявлення глікозаміногліканів (проба Беррі-Спінанджера)	2
24	Кількісне визначення загального білірубіну та його фракцій в сироватці крові (за методом Йєндрашика). Виявлення уробіліну в сечі (проба Флоранса)	2
25	Оцінка деметилазної активності цитохрому Р-450 за допомогою амідопіринового тесту (визначення 4-аміноантипірину в сечі). Виявлення метаболітів аніліну в сечі	2
26	Кількісне визначення креатиніну в сечі за методом Поппера (реакція Яффе)	2
27	Кількісне визначення вмісту білка в сечі за методом Робертса-Стольнікова-Брандберга	1
28	Кількісне визначення гомогентизинової кислоти в сечі (за реакцією з фосфорно-молібденовим реактивом). Якісне визначення фенілпіровиноградної кислоти в сечі (за реакцією з $FeCl_3$).	1
29	Якісне та кількісне виявлення 17-кетостероїдів в сечі (за реакцією з мета-динітробензолом).	2
30	Практичні навички з лабораторної практики	2
Всього		**60**

8. Індивідуальні завдання: Оволодіння методиками експериментальних досліджень згідно теми дисертаційного дослідження. Підготовка біологічного матеріалу для біохімічних досліджень, приготування хімічних реактивів, проведення біохімічних досліджень, побудова калібрувальних графіків, контроль якості біохімічних досліджень. Виступи з доповідями на засіданнях кафедри та біохімічного товариства, наукових конференціях, підготовка наукових публікацій, оформлення раціоналізаторських пропозицій, патентів, нововведень.

9. Завдання для самостійної роботи: опрацювання матеріалу згідно тематичного плану із застосуванням сучасних інформаційних технологій, опрацюванням ситуаційних задач, освоєння біохімічних методів дослідження та експериментальних моделей, пошуку on-line спеціалізованих ресурсів з презентацією сучасних методів та технологій біохімічних досліджень.

10. Методи навчання: практичне заняття, пояснення, бесіда, організація експериментального дослідження, розповідь, ілюстрація, спостереження, лабораторні роботи, навчальна дискусія, суперечка, обговорення будь-якого питання навчального матеріалу, створення ситуації інтересу в процесі викладання навчального матеріалу з використанням прикладів з реального досвіду, створення ситуації новизни навчального матеріалу, опора на життєвий досвід.

11. Методи оцінювання (контролю): усний контроль: основне запитання, додаткові, допоміжні; запитання у вигляді проблеми; індивідуальне, фронтальне опитування і комбіноване; письмовий контроль; програмований контроль.

12. Форма підсумкового контролю успішності навчання:

Заключною формою контролю з дисципліни “Медична біохімія” є професійно-орієнтований іспит. До іспиту допускаються аспіранти, які виконали всі види робіт, передбачені навчальною програмою, отримали позитивні оцінки з 2-х підсумкових занять зі змістових модулів 1 та 2, набрали за поточну успішність кількість балів, не меншу за мінімальну (72-120 бали).

13. Форма поточного контролю успішності навчання: Оцінка з дисципліни “Медична біохімія” визначається з урахуванням поточної навчальної діяльності аспіранта із відповідних тем за традиційною 4-бальною системою (відмінно, добре, задовільно, незадовільно) з подальшим перерахунком у багатобальну шкалу.

Оцінка "відмінно" виставляється у випадку, коли аспірант знає зміст заняття та лекційний матеріал у повному обсязі, іллюструючи відповіді різноманітними прикладами; дає вичерпні, точні та ясні відповіді без будь-яких навідних питань; викладає матеріал без помилок і неточностей; вільно вирішує задачі та виконує практичні завдання різного ступеню складності, самостійно генерує інноваційні ідеї.

Оцінка "добре" виставляється за умови, коли аспірант знає зміст заняття та добре його розуміє, відповіді на питання викладає правильно, послідовно та систематично, але вони не є вичерпними, хоча на додаткові питання аспірант відповідає без помилок; вирішує всі задачі і виконує практичні завдання, відчуваючи складнощі лише у найважчих випадках.

Оцінка "задовільно" ставиться аспірантові на основі його знань всього змісту заняття та при задовільному рівні його розуміння. Аспірант спроможний вирішувати видозмінені (спрощені) завдання за допомогою навідних питань; вирішує задачі та виконує практичні навички, відчуваючи складнощі у простих випадках; не спроможний самостійно систематично викласти відповідь, але на прямо поставлені запитання відповідає правильно.

Оцінка "незадовільно" виставляється у випадках, коли знання і вміння аспіранта не відповідають вимогам "задовільної" оцінки.

Оцінювання самостійної роботи.

Оцінювання самостійної роботи аспірантів, яка передбачена в темі поряд з аудиторною роботою, здійснюється під час поточного контролю теми на відповідному практичному занятті. Оцінювання тем, які виносяться лише на самостійну роботу і не входять до тем аудиторних навчальних занять, контролюється при проведенні підсумкових занять та іспиту з дисципліни.

Критерії оцінювання

Шкала перерахунку традиційних оцінок у рейтингові бали (200 балів) для дисциплін, що закінчуються заліком та Шкала перерахунку традиційних оцінок у рейтингові бали (120 балів) для дисциплін, що закінчуються підсумковим модульним контролем (ПМК), прийнятих рішенням Вченої ради ВНМУ протокол №2 від 28.09.10.

Інструкція оцінювання іспитів та диференційних заліків згідно рішення Вченої Ради ВНМУ від 27.09.2012 р. (в основних положеннях з організації навчального процесу).

«Медична біохімія» вивчається протягом 2 років і складається з двох модулів, кожний з яких завершується підсумковим заняттям зі складанням аспірантом практичних навичок, результати якого оцінюється за традиційною 4-бальною системою (відмінно, добре, задовільно, незадовільно) і зараховуються до поточної успішності.

Заключною формою контролю з спеціалізації «Медична біохімія» є професійно-орієнтований іспит. До іспиту допускаються аспіранти, які виконали всі види робіт, передбачені навчальною програмою, отримали позитивні оцінки з 2-х підсумкових занять зі змістових модулів 1 та 2, набрали кількість балів, не меншу за мінімальну (72-120 бали). Поточна успішність вираховується за весь курс вивчення дисципліни, середня оцінка переводиться у бали згідно 120-бальної шкали.

Проведення та оцінювання іспиту з «Медичної біохімії» здійснюється у відповідності до рішення Вченої Ради ВНМУ від 27.09.2012. Відповідно до «Положення про порядок підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у Вінницькому національному медичному університеті ім. М.І. Пирогова» іспити з обов'язкових спеціалізованих дисциплін проводяться згідно розкладу екзаменаційної сесії аспірантів 3-го року навчання. Іспит приймає екзаменаційна комісія у складі: екзаменатор (за наказом), члени комісії (представник відділу аспірантури та кафедри) та науковий керівник.

Оцінка за іспит відповідає шкалі: оцінка «5» - 80-71 балів; оцінка «4» - 70-61 балів; оцінка «3» - 60-50 балів. Остаточна оцінка з спеціалізованої дисципліни формується за сумою балів поточної успішності та балів за іспит. Отримані бали відповідають фіксованій шкалі оцінок: оцінка «5» - 200-180 балів; оцінка «4» - 179,9-160 балів; оцінка «3» - 159,9-122 балів.

Іспит з «Медичної біохімії» передбачає вирішення 2 ситуаційних задач, відповідь на три теоретичних питання (в письмовій формі), відповідь на 2 додаткових фахових питання з за напрямом наукової роботи здобувача.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену
180-200	**A**	Відмінно
170-179,99	**B**	Добре
160-169,99	**C**	
141-159,99	**D**	Задовільно
122-140,99	**E**	
	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

14. Методичне забезпечення (навчальний контент (конспект або розширений план лекцій), плани практичних (семінарських) занять, самостійної роботи, питання, методичні вказівки, завдання або кейси для поточного та підсумкового контролю знань і вмінь здобувачів)

15. Рекомендована література

Основна (Базова)

1. Біологічна і біоорганічна хімія: у 2 книгах. — Книга 2. Біологічна хімія: підручник (ВНЗ IV р. а.) / за ред. Ю.І.Губського, І.В. Ніженковської. - ВСВ «Медицина». - 2016.- 544 с.
2. Смірнова О.В., Заічко Н.В., Мельник А.В. Біоорганічна хімія. Навчальний посібник. Вінниця. ТОВ «Твори», 2019. - 372 с.
3. Біохімія людини / за редакцією Я.І. Гонського, Т.П. Максимчука – Тернопіль: ТДМУ «Укмедкнига», 2019. – 732 с.
4. Губський Ю.І. Біологічна хімія. / Губський Ю.І. – Київ-Вінниця: Нова Книга, 2011. – 656 с.
5. Biological and bioorganic chemistry: textbook: in 2 books. Book 2. Biological Chemistry / Yu.I., Nezenkovska I.V., Korda M.M. …… Zaichko N.V. et al.; edited by Yu.I. Gubsky, I.V. Nezenkovska. - Kyiv: AUS Medicine Publishing, 2020.- 544 c.
6. Chatterjea M.N., Shinde Rana. Textbook of Medical Biochemistry. – Jaypee Brothers Medical publishers (P) LTD, 2012. 876 c.
7. Stewari K. Textbook of Organic Chemistry. 2017. − 1430 p.
8. Lippincott's Illustrated Reviews: Biochemistry/ Denise R.Ferrier – 6th ed., 2014.- 552 p.
9. Harper's Illustrated Biochemistry / V.W. Rodwell, D.A. Bender, K.M. Botham et al. – Mc Graw Hill Edu- cation, 2015. – 817 p.

Допоміжна

1. Скляров О.Я. Біологічна хімія: підручник / О. Я. Скляров, Н. В. Фартушок, Т. І. Бондарчук. - Тернопіль: ТДМУ «Укрмедкнига», 2015. - 705 с.
2. Біохімія: підручник / за загальною редакцією професора А.Л. Загайка, проф. К.В.Александрової – Х.: Вид-во «Форт», 2014. – 728 с.
3. Клінічна біохімія (Підручник) /За ред. проф. Склярова О.Я. – К.: Медицина, 2006. – 432 с.
4. Нельсон Д., Кокс М. Основи біохімії за Ленінджером / пер. з англ.: О. Матишевська, наук. ред. перекладу: С. Комісаренко – Львів: БаК, 2015 – 1256 с.
5. Smirnova O.V, Shunkov V.S. Basis of the Structure and Reactivity of Biologically Active Compounds. В.: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2014. – 212 с.
6. Rae P., Crane M., Pattenden R. Clinical Biochemistry (Lecture Notes) 10th Edition, Hoboken, NJ : Wiley, 2018.- 316 p.
7. Yuki K, Fujiogi M, Koutsogiannaki S.(2020) COVID-19 pathophysiology: A review. Clin Immunol., 215:108427. doi: 10.1016/j.clim.2020.108427.
8. Aboudounya, M.M. et al. (2021) SARS-CoV-2 Spike S1 glycoprotein is a TLR4 agonist, upregulates ACE2 expression and induces pro-inflammatory M1 macrophage polarisation, bioRxiv 2021.08.11.455921; https://doi.org/10.1101/2021.08.11.455921, https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.08.11.455921v1
9. Gao Wei, Xiong Ye, Li Qiang, Yang Hong (2017). Inhibition of Toll-Like Receptor Signaling as a Promising Therapy for Inflammatory Diseases: A Journey from Molecular to Nano Therapeutics/ Frontiers in Physiolog, 8. https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00508

10. Yin, YL., Ye, C., Zhou, F. et al. Molecular basis for kinin selectivity and activation of the human bradykinin receptors. Nat Struct Mol Biol 28, 755–761 (2021). https://doi.org/10.1038/s41594-021-00645-y
11. Ciaccio, M., & Agnello, L. (2020). Biochemical biomarkers alterations in Coronavirus Disease 2019 (COVID-19), Diagnosis, 7(4), 365-372. doi: https://doi.org/10.1515/dx-2020-0057
12. Deng, X., Liu, B., Li, J., Zhang, J., Zhao, Y., & Xu, K. (2020). Blood biochemical characteristics of patients with coronavirus disease 2019 (COVID-19): a systemic review and meta-analysis, Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM), 58(8), 1172-1181. doi: https://doi.org/10.1515/cclm-2020-0338
13. Häfner, Ann-Kathrin & Kahnt, Astrid & Steinhilber, Dieter. (2019). Beyond leukotriene formation—The noncanonical functions of 5-lipoxygenase. Prostaglandins & Other Lipid Mediators. 142. 10.1016/j.prostaglandins.2019.03.003.
14. Porrini, C., Ramarao, N. & Tran, S.-Ly. (2020) Dr. NO and Mr. Toxic – the versatile role of nitric oxide. Biological Chemistry, 401 (5): 547-572. https://doi.org/10.1515/hsz-2019-0368

16. Інформаційні ресурси

адреса сайту кафедри: https://www.vnmu.edu.ua/кафедра-біохімії-та-загальної-хімії#
бібліотека: http://library.vnmu.edu.ua/
http://www.brenda-enzymes.org/
https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/
http://www.annualreviews.org/journal/biochem
http://ukrbiochemjournal.org/