

В.М. Трач, М.Г. Сибіль, І.З. Гложик, І.М. Башкін

ПРАКТИКУМ З БІОХІМІЇ



УДК 577.1(075.8)
ББК 28.902я73
П 69

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України
як навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів
(лист № 1/11-10977 від 15.07.14)*

Рецензенти:

доктор біологічних наук, професор,
професор кафедри фізіології людини і тварин
А.М. Бабський

(Львівський національний університет імені Івана Франка);

доктор біологічних наук, професор,
провідний науковий співробітник
Д. В. Федорович

(Інститут біології клітини НАН України)

П 69 **Практикум з біохімії** : навч. посіб. / В. М. Трач, М. Г. Сибіль, І. З. Гложик,
І. М. Башкін. – Л. : ЛДУФК, 2014. – 238 с.
ISBN 978-966-2328-78-3

У навчальному посібнику розглянуто хімічні та фізичні методи досліджень органічних сполук, перетворення вуглеводів, жирів, білків, роль вітамінів, гормонів, участь мікро-та мікроелементів і дію ферментів при м'язовій діяльності.

Практикум є частиною навчального комплексу з курсу «Біохімія» та «Біохімічні основи ФВ і С» і містить вступ, правила з техніки безпеки у навчальних лабораторіях, лабораторні роботи зі статистичної біохімії, динамічної біохімії, біохімії спорту. До кожного розділу подано теоретичний вступ, контрольні запитання, ситуаційні завдання, тести для самостійної перевірки знань, завдання для самостійної роботи студентів.

Для студентів вищих навчальних закладів фізкультурного спрямування.

УДК 577.1(075.8)
ББК 28.902я73

© Трач В. М., Сибіль М. Г., Гложик І. З.,
Башкін І. М., 2014
ISBN 978-966-2328-78-3 © Львівський державний університет
фізичної культури, 2014

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	6
ПРАВИЛА РОБОТИ В БІОХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ.	8
ВСТУП	10
РОЗДІЛ 1. СТАТИЧНА БІОХІМІЯ	12
Лабораторне заняття № 1. Характерні реакції органічних сполук з різними функціональними групами.	12
Лабораторне заняття № 2. Визначення активної реакції та буферної ємності розчинів	15
Лабораторне заняття № 3. Якісні реакції на виявлення моносахаридів	18
Лабораторне заняття № 4. Властивості дисахаридів і полісахаридів	22
Лабораторне заняття № 5. Властивості ліпідів	26
Лабораторне заняття № 6. Кольорові реакції амінокислот та білків	29
Лабораторне заняття № 7. Реакції осадження білків	34
Лабораторне заняття № 8. Властивості ферментів	38
РОЗДІЛ 2. ДИНАМІЧНА БІОХІМІЯ	42
Лабораторне заняття № 1. Властивості ферментів біологічного окиснення	42
Лабораторне заняття №2. Визначення продуктів гліколізу в біологічних об'єктах	45
Лабораторне заняття № 3. Ферментативний гідроліз жирів. Визначення кетонових тіл у біологічних рідинах	48

Лабораторне заняття № 4. Ферментативний гідроліз білків в організмі людини	52
РОЗДІЛ 3. БІОХІМІЯ СПОРТУ	56
Лабораторне заняття № 1. Біохімічний аналіз м'язової тканини	56
Лабораторне заняття № 2. Біохімічне дослідження сечі	63
Лабораторне заняття № 3. Визначення неорганічного фосфору в сечі	70
Лабораторне заняття № 4. Визначення сечовини в сечі	74
Лабораторне заняття № 5. Визначення креатиніну в сечі	79
Лабораторне заняття № 6. Кількісне визначення піровиноградної кислоти в сечі	84
Лабораторне заняття № 7. Кількісне визначення молочної кислоти	89
Лабораторне заняття № 8. Визначення рівня катехоламінів	93
Лабораторне заняття № 9. Визначення активності лактатдегідрогенази в сироватці крові	97
Лабораторне заняття № 10. Визначення аскорбінової кислоти в сечі	101
Лабораторне заняття № 11	105
Визначення загального кальцію в біологічних речовинах	105
СИТУАЦІЙНІ ЗАВДАННЯ	110
ТЕСТИ З КУРСУ “БІОХІМІЯ”. СТАТИЧНА БІОХІМІЯ	131
ДИНАМІЧНА БІОХІМІЯ	155

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ З ТЕМ “ГОРМОНИ” ТА “ВІТАМІНИ”	170
ТЕСТИ З КУРСУ “БІОХІМІЯ СПОРТУ”	175

ПЛАН РОБОТИ З ЗАГАЛЬНОЇ БІОХІМІЇ ДЛЯ СТУДЕНТІВ, КОТРІ НАВЧАЮТЬСЯ ЗА ІНДИВІДУАЛЬНИМ ГРАФІКОМ	214
---	-----

ПЛАН РОБОТИ З БІОХІМІЇ СПОРТУ ДЛЯ СТУДЕНТІВ, КОТРІ НАВЧАЮТЬСЯ ЗА ІНДИВІДУАЛЬНИМ ГРАФІКОМ	218
--	-----

ВІДПОВІДІ НА ТЕСТИ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАТЬ	221
---	-----

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА.	224
-----------------------------------	-----

СЛОВНИК БІОХІМІЧНИХ ТЕРМІНІВ ТА ПОНЯТЬ	225
--	-----

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

- А – адреналін;
- АДФ – аденозиндифосфорна кислота;
- АМФ – аденозинмонофосфорна кислота;
- АТФ – аденозинтрифосфорна кислота;
- АТФ-аза – аденозинтрифосфатаза;
- Ацетил-КоА – ацетил-кофермент А;
- ВНС – вегетативна нервова система;
- ГАМК – γ -аміномасляна кислота;
- ГТФ – гуанінтрифосфат;
- ДНК – дезоксирибонуклеїнова кислота;
- ДФГЛК – дифосфогліцерінова кислота;
- ДА – дофамін;
- ДНК – дезоксирибонуклеїнова кислота;
- ДОФА – диоксифенілаланін;
- ДФГЛК – дифосфогліцерінова кислота;
- ЕДТА – етилендіамінотетраоцтова кислота;
- ЕФГЛК – енолфосфогліцерінова кислота;
- ІТФ – інозинтрифосфат;
- і-РНК – інформаційна рибонуклеїнова кислота;
- КА – катехоламіни;
- КрФ – креатинфосфат;
- КрФ-аза – креатинфосфокіназа;
- ЛДГ – лактатдегідрогеназа;
- ЛТПФ – ліпотіамінопірофосфат;
- МК – молочна кислота;
- НА – норадреналін;
- НАД – нікотинамідаденіндинуклеотид;
- НАДФ – нікотинамідаденіндинуклеотидфосфат;
- ПВК – піровиноградна кислота;
- РНК – рибонуклеїнова кислота;
- САС – симпато-адреналова система;
- ТХОК – трихлороцтова кислота;
- ФАД – флавінаденіндинуклеотид;

ФЕК – фотоелектрокалориметр.
ФМН – флавінаденінмононуклеотид;
ЦТК – цикл трикарбонових кислот;
ЧСС – частота серцевих скорочень;
ШКТ – шлунково-кишковий тракт.

ПРАВИЛА РОБОТИ В БІОХІМІЧНІЙ ЛАБОРАТОРІЇ

1. Перед початком лабораторних занять студенти зобов'язані ознайомитися з правилами техніки безпеки та протипожежними заходами.
2. Працювати в лабораторії дозволяється лише після попередньої підготовки. Студенти мають засвоїти матеріал, що стосується конкретної теми; ознайомитися зі змістом лабораторних робіт, щоб пояснити мету роботи та план її виконання.
3. Студенти в лабораторії мають постійні робочі місця, котрі необхідно утримувати в чистоті та порядку. На робочому місці мають бути лише предмети, потрібні для проведення роботи.
4. Працювати дозволяється лише в *медичних халатах*.
5. Необхідні для дослідів реактиви мають розміщуватись на полицях лабораторних столів, а концентровані кислоти і леткі речовини зберігатися у витяжних шафах, звідки виносити їх категорично заборонено.
6. Сухі реактиви слід брати лише чистим шпателем. Розчини наливати у пробірки невеликими кількостями (краплями). Не плутати кришки і пробки від реактивів.
7. Без дозволу викладача не проводити ніяких додаткових дослідів.
8. Усі досліді з отруйними і леткими речовинами, а також упарювання виконувати лише у витяжній шафі.
9. Експерименти з легкозаймистими речовинами проводити на віддалі від вогню.
10. При нагріванні розчину в пробірці необхідно тримати її так, щоб отвір був спрямований убік від студента, який працює, та його сусіда.
11. Ідкими лугами і концентрованими кислотами користуватися дуже обережно, аби запобігти хімічним опікам та пошкодженню одягу.
12. Розчиняти концентровані кислоти і луги необхідно нашаровуючи їх на воду, а не навпаки.

13. При термічних опіках слід зробити примочки розчином калію перманганату або етиловим спиртом і змастити маззю від опіків.
14. При опіках кислотами ретельно промити обпечене місце проточною водою, а потім розчином натрію гідрокарбонату.
15. При опіках їдкими лугами промити обпечене місце водою, а потім розчином розведеної оцтової кислоти.
16. Роботи з кислотами і лугами дуже небезпечні для очей. Якщо кислота або луг потрапить до очей, їх треба негайно промити дистильованою водою, а потім, у випадку попадання кислоти – 1 % розчином натрію гідрокарбонату, а в разі попадання лугу – 1 % розчином борної кислоти та знову ретельно промити дистильованою водою.
17. Щоб уникнути отруєнь, кожний студент має знати токсичні властивості тих речовин, з якими він працює, і уникати вдихання парів отруйних речовин, а також попадання їх на шкіру і одяг. Усі досліді з леткими отрутами і концентрованими кислотами необхідно виконувати у витяжній шафі. При цьому голова того, хто працює, має бути за межами шафи.
18. У разі виникнення пожежі для її гасіння застосовувати пінний вогнегасник, пісок, мокру ганчірку, ковдру. При спалаху розчинних у воді горючих рідин (спирт, ацетон) для гасіння треба застосовувати велику кількість води; якщо горить нерозчинна у воді рідина (бензин, петролейний етер тощо), полум'я треба гасити, використовуючи чашки, азбест, пісок, вовняні ковдри.
19. У разі загорання одягу не можна бігати, а необхідно накрити місце, що горить, підручними засобами (рушником, халатом, піджаком) або лягти на підлогу і гасити місця, що горять, качатися по підлозі.
20. У лабораторії студенти ведуть робочі журнали, в яких записують свою роботу, описують спостереження і роблять висновки про виконані дослідження.
21. Після закінчення роботи необхідно упорядкувати робоче місце і лабораторію.

ВСТУП

Запропонований посібник є результатом роботи колективу кафедри біохімії та гігієни ЛДУФК і присвячений організації практичної та самостійної роботи студентів при вивченні ними загальної біохімії та біохімії спорту, відповідно до нової програми та навчального плану за спеціальностями “фізичне виховання”, “спорт”, “фізична реабілітація”.

Лабораторний практикум має на меті ознайомити студентів з практичними прийомами простіших біохімічних досліджень та закріпити теорію з лекційного курсу.

У посібнику наведено всі основні розділи курсу біохімії за однотипним планом, сформульовано навчальні питання, що визначають обсяг, зміст та послідовність засвоєння кожного розділу. Згідно з навчальною програмою, посібник складається з трьох розділів:

1. Статична біохімія.
2. Динамічна біохімія.
3. Біохімія спорту.

У розділі “Статична біохімія” подано теми, які дають можливість опанувати особливості функціональних груп різних органічних речовин, типи активної реакції середовища та ємності буферних систем, властивості вуглеводів, ліпідів, білків та нуклеїнових кислот.

Розділ “Динамічна біохімія” містить теми, які стосуються виявлення продуктів гліколізу, ферментативного гідролізу жирів та білків. Окрема тема присвячена узагальненню знань про ферменти як біологічні каталізатори.

Розділ “Біохімія спорту” складається з п’яти тем, які є складовими біохімічного моніторингу, а саме: біохімічний аналіз м’язової тканини, біохімічне дослідження сечі, визначення неорганічного фосфору, сечовини і креатиніну в сечі.

Розділи містять теоретичний матеріал для засвоєння теми, питання для самопідготовки до лабораторних занять, схему проведення лабораторної роботи та пояснення механізму хімічних реакцій.

У результаті самопідготовки до лабораторних занять студенти мають знати (за програмою) такий матеріал:

1. Предмет та завдання біохімії, значення її для фізичного виховання та спорту.
2. Значення біохімії для практичної діяльності.
3. Механохімію м'язового скорочення і розслаблення.
4. Шляхи енергозабезпечення м'язової роботи різної тривалості та інтенсивності.
5. Механізми гуморального забезпечення гомеостазу в процесі адаптації до спортивної діяльності.
6. Біохімічне обґрунтування принципів спортивного тренування.
7. Біохімічні чинники втоми та динаміку відновних процесів.
8. Біохімічні основи фізичних якостей та шляхи їх удосконалення в процесі тренувальної діяльності.
9. Біохімічні особливості циклічних та ациклічних видів спорту.
10. Засади біохімічного контролю на різних етапах підготовки та на стадіях відновного періоду.

Студенти також мають уміти:

1. Самостійно працювати з навчальною і довідковою літературою.
2. Самостійно проводити найпростіші біохімічні досліді.
3. Працювати з такими приладами: фотоелектроколометром, велоергометром, спектрофотометром, водяною банею, центрифугою, термостатом, уринометром тощо.
4. Визначати:
 - активну реакцію водних середовищ за допомогою індикаторів;
 - фізико-хімічні властивості білків, жирів та вуглеводів;
 - наявність звичайних (сечовини, креатиніну, фосфору неорганічного тощо) та незвичайних компонентів сечі (білка, цукру, ацетону);
 - проводити математичну обробку результатів.
5. Інтерпретувати результати біохімічних дослідів та робити правильні висновки.

Посібник містить матеріали з різних форм контролю знань. Для поточного контролю передбачено перелік питань з самостійної підготовки теоретичного матеріалу студентів. Тематичний контроль здійснюється за допомогою тестових завдань до кожної теми та шляхом розв'язування ситуаційних завдань з розділів біохімії спорту.

РОЗДІЛ 1

СТАТИЧНА БІОХІМІЯ

ЛАБОРАТОРНЕ ЗАНЯТТЯ № 1

Характерні реакції органічних сполук з різними функціональними групами

Хімічні властивості органічних сполук визначаються особливостями їх будови та наявністю функціональних груп. Термін “функціональні групи” розуміють як реакційноздатні угруповання атомів (рідше окремі атоми), що входять до складу органічних сполук і надають їм певних хімічних властивостей. До найважливіших функціональних груп належать: гідроксильна ($-\text{OH}$), карбонільна ($\text{C}=\text{O}$), карбоксильна ($-\text{COOH}$), тіолова ($-\text{SH}$), аміногрупи (первинна $-\text{NH}_2$, вторинна $=\text{NH}$ і третинна $\equiv\text{N}$), а також сульфатна ($-\text{OSO}_3\text{H}$), фосфатна група ($-\text{OPO}_3\text{H}_2$) тощо.

Для сполук із спиртовими групами найважливішими є реакції утворення алкоголятів, простих та складних ефірів, дегідратації, окиснення; для сполук з карбонільною групою – окиснення, відновлення, поліконденсації; для сполук з карбоксильною групою – електrolітична дисоціація, утворення іонів типу амонію.

У живих організмах широко розповсюджені речовини зі змішаними функціями, наприклад, альдегідоспирти $\text{HO}-\text{R}-\text{COH}$, спиртокислоти $\text{HO}-\text{R}-\text{COOH}$, кетокислоти $\text{OC}-\text{R}-\text{COOH}$, амінокислоти $\text{H}_2\text{N}-\text{R}-\text{COOH}$ тощо. Властивості цих сполук залежать як від властивостей кожної функціональної групи зокрема, так і від особливостей взаємодії цих груп.

Мета: ознайомитися з хімічними властивостями сполук за характерними для них функціональними групами та навчитися їх виявляти за допомогою хімічних реакцій.

Завдання для самостійної підготовки

1. Назвіть основні положення теорії хімічної будови органічних сполук О. М. Бутлерова.

2. Класифікуйте органічні сполуки за функціональними групами.
3. Опишіть будову та хімічні властивості спиртів.
4. Обґрунтуйте будову та хімічні властивості альдегідів і кетонів.
5. Охарактеризуйте будову та хімічні властивості карбонових кислот.
6. Розкрийте суть будови та хімічних властивостей амінокислот.
7. Що розуміємо під назвою “органічні сполуки”?
8. Що називається вуглеводневим радикалом?
9. Що таке ізомерія органічних сполук; її види?
10. У чому суть гомології органічних сполук? Гомологічні ряди.
11. Напишіть рівняння окиснення первинної спиртової групи на прикладі триатомного спирту гліцерину.
12. Чим відрізняються альдегіди від кетонів?
13. Якими якісними реакціями можна відкрити наявність альдегідної групи?
14. Що таке прості ефіри? Наведіть приклади.
15. Що таке складні ефіри? Наведіть приклади.
16. Підтвердіть за характерними хімічними реакціями положення про те, що глюкоза є альдегідоспиртом.
17. Підтвердіть за характерними хімічними реакціями положення про те, що фруктоза є кетоноспиртом.
18. Що таке аміни?
19. Назвіть функціональні групи амінокислот.

Наочні засоби

Таблиці:

1. Класифікація органічних сполук.
2. Функціональні групи органічних сполук.
3. Характерні реакції альдегідів і кетонів.
4. Характерні реакції карбонових кислот.
5. Характерні реакції амінокислот.
6. Характерні реакції одно- та багатоатомних спиртів.

Реактиви:

1. Хромова суміш.
2. Етиловий спирт.
3. Сірчанокисла мідь 2 %.

4. Їдкий натр 10 %.
5. Гліцерин.
6. Мурашиний альдегід.
7. Амінокислота (0,1 %).
8. Нінгідрин (0,1 %).

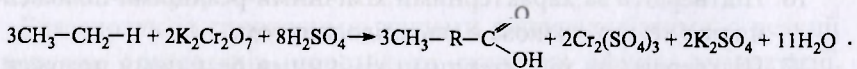
Обладнання:

1. Пробірки звичайні.
2. Піпетки.
3. Газові пальники.
4. Тримачі для пробірок.

ХІД РОБОТИ

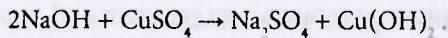
1. Окиснення етилового спирту.

У пробірку наливають 3–4 мл (!) хромової суміші. Додають 1 мл етилового спирту. Обережно (!) перемішують суміш струшуванням. Суміш розігрівається і набуває зеленого забарвлення. Відчувається запах яблук, характерний для оцтового альдегіду

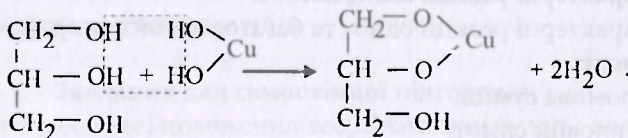


2. Виявлення “багатоатомності” (кількість груп -ОН) у спиртів.

У пробірку наливають 2 мл розчину гідроксиду натрію і додають 2–3 краплі розчину сірчаноокислої міді. Утворюється осад синього кольору гідроксиду міді:

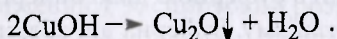
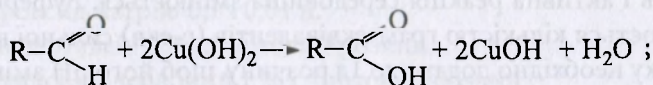
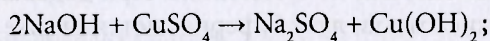


До осаду додають декілька крапель гліцерину. Осад розчиняється і розчин набуває блакитного забарвлення, характерного для гліцерату міді



3. Відновлення альдегідами сполук міді.

У пробірку наливають 1 мл мурашиного альдегіду і додають 2–3 краплі розчину гідроксиду натрію, та декілька крапель розчину сірчанокислої міді. Випадає осад гідроксиду міді $\text{Cu}(\text{OH})_2$. Верхню частину розчину нагрівають. Спостерігають появу жовтого осаду гідрату закису міді Cu^+OH , який поступово переходить у закис міді червоного кольору Cu^2O . Надалі відбувається його відновлення до вільної міді Cu^0 , яка осідає на стінках пробірки, що ззовні набуває дзеркальної поверхні:



Лабораторне заняття № 2

Визначення активної реакції та буферної ємності розчинів

У процесі обміну речовин в організмі постійно утворюються продукти кислого або лужного характеру, які можуть впливати на активну реакцію середовища (рН) та інгібувати ферментативну активність. Однак цього не відбувається і зміни рН є незначними через наявність систем речовин, котрі володіють буферною дією і називаються буферними системами. Буферна дія полягає у зв'язуванні буферною системою надлишку іонів водню, які закислюють середовище, а також іонів гідроксилу, які залужнюють середовище, тобто у підтриманні постійного рН. Водневий показник змінюється від 0 до 14. Нейтральне середовище характеризує рН=7. За умови зменшення рН від 7 до 0 середовище поступово змінюється з нейтрального до середньо- і сильнокислого. І навпаки, за умови збільшення рН від 7 до 14 середовище набуває поступово середньо- і сильнолужного характеру. Типові буферні системи – це розчини слабких кислот з розчинами їх солей від сильних основ або суміші розчинів слабких основ з розчинами їх солей від сильних кислот.

Буферні системи поділяються на кислотні та основні. Кислотними є такі:

бікарбонатна	$\text{H}_2\text{CO}_3 + \text{NaHCO}_3$;
білкова	білок - кислота + білок-сіль ;
фосфатна	$\text{NaH}_2\text{PO}_4 + \text{Na}_2\text{HPO}_4$;
ацетатна	$\text{CH}_3\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COONa}$.

Представником основної буферної системи є амонійна - $\text{NH}_4\text{OH} + \text{NH}_4\text{Cl}$.

Буферна дія системи не є безмежна. При додаванні великої кількості сильної кислоти чи лугу буферна система може вичерпати свою ємність і активна реакція середовища змінюється. Буферна ємність вимірюється кількістю грам-еквівалентів (г-екв) сильної кислоти чи лугу, яку необхідно додати до 1л розчину, щоб його рН змінився на 1. Коли запаси речовин з буферною дією вичерпуються, то змінюється активна реакція організму. Буферна дія зберігається при розведенні та концентруванні буферних розчинів.

Мета: ознайомитися з поняттям про будову дисперсних систем; про склад і біологічну роль буферних систем та механізм їх дії.

Завдання для самостійної підготовки

1. Що таке ступінь дисоціації і що він визначає?
2. Обґрунтуйте іонний добуток води та його значення при 22°C.
3. Дайте визначення поняття “активна реакція середовища”.
4. Що таке водневий показник і яке його значення у нейтральному, кислому та лужному середовищах?
5. Обґрунтуйте механізм буферної дії, буферну ємність; буферні системи організму.
6. Що називається електролітичною дисоціацією?
7. Які Ви знаєте особливості електролітичної дисоціації води?
8. Чим визначається величина буферної ємності?
9. Яка біологічна роль буферних систем організму?
10. Назвіть основні буферні системи крові.
11. Який склад гемоглобінового буфера?
12. Поясніть механізм дії фосфатної буферної системи.
13. Що називається ізоелектричною точкою?

14. Чому при регулюванні ваги тіла у спорті обмежують споживання солей?

Наочні засоби

Таблиці:

1. Класифікація дисперсних систем.
2. Шкала водневого показника активної реакції середовища.
3. Типи буферних систем організму.
4. Осмотичний тиск у живих клітинах.

Реактиви:

1. Соляна кислота 0,1 і 0,01 н.
2. Гідроксид натрію 0,1 і 0,01 н.
3. Фенолфталеїн 1 % спиртовий розчин.
4. Метилловий червоний 1 % спиртовий розчин.
5. Метилловий оранжевий 1 % спиртовий розчин.
6. Оцтова кислота 0,1 н.
7. Оцтовокислий натрій 0,1 н.
8. Дистильована вода.

Обладнання:

1. Пробірки.
2. Піпетки.
3. Олівець для писання по склі.

ХІД РОБОТИ

1. Зміна кольору індикатора.

Для кожного індикатора готують 3 пробірки. У першу наливають дистильовану воду, у другу – 0,01 н. розчину соляної кислоти, у третю – 0,01 н. розчину гідроксиду натрію. У кожен пробірку додають по 1–2 краплі індикатора. Перемішують і записують у таблицю 1 одержаний колір:

Таблиця 1

Індикатор	Забарвлення розчину		
	Нейтральне середовище	Кисле середовище	Лужне середовище
1	2	3	4
Фенолфталеїн			

Продовження таблиці 1

1	2	3	4
Метилловий червоний			
Метилловий оранжевий			
Універсальний індикаторний папір			

2. Вплив розведення на рН буферного розчину.

У пробірці готують буферну суміш, вливаючи 2 мл 0,1 н. розчину оцтової кислоти та 2 мл 0,1 н. розчину оцтовокислого натрію. 1 мл цієї суміші переносять в іншу пробірку і доливають 2 мл дистильованої води. У кожену пробірку додають по 2 краплі індикатора метилового червоного і обережно струшують. Результати спостереження записують.

3. Вплив кислоти та луку на рН буферного розчину.

У двох пробірках готують по 4 мл буферного розчину (як у досліді № 2). У першу пробірку додають 5 крапель 0,1 н. розчину соляної кислоти, у другу – 5 крапель 0,1 н. розчину гідроксиду натрію, а потім у кожену пробірку – по 2 краплі індикатора метилового червоного. Результати спостереження та їх пояснення записують.

Лабораторне заняття № 3

Якісні реакції на виявлення моносахаридів

Вуглеводи є основним джерелом енергії для організму, а у спортсменів вуглеводна частка енергопродукції підвищена. Вуглеводи є основними енергетичними субстратами для ресинтезу АТФ під час швидкісних, силових, а також під час довготривалих фізичних навантажень. Від їх вмісту в печінці та скелетних м'язах залежить стан фізичної працездатності спортсменів і рівень втоми після виконаних вправ.

Назва вуглеводів походить від назв хімічних елементів та сполук, які входять до їх складу (вуглець і вода). Співвідношення між атомами вуглецю, водню і кисню становить 1:2:1. Так, емпірична формула

D-глюкози – $C_6H_{12}O_6$, інакше її можна записати $(CH_2O)_6$ або $C_6(H_2O)_6$. Більшість вуглеводів мають загальну формулу $(CH_2O)_n$, але деякі з них містять ще атоми фосфору, сірки, азоту. Вуглеводи є полігідроксильальдегідами чи полігідроксикетонами, або утворюють ці речовини в результаті гідролізу. Інакше кажучи, це альдегідоспирти або кетоспирти, залежно від розміщення карбонільної групи на початку, посередині чи вкінці вуглецевого скелета.

Розрізняють три класи вуглеводів: моносахариди, олігосахариди та полісахариди. Моносахариди містять лише одну структурну одиницю полігідроксильальдегіду або полігідроксикетону. Вони не піддаються гідролізу. Назви цих сполук мають закінчення -оза. Це безколірні, тверді кристалічні речовини, які розчиняються у воді та не розчиняються у неполярних розчинниках, солодкі на смак.

Простіші цукри містять 2 чи 3 атоми вуглецю. Ті, які містять 2 атоми вуглецю, називаються біозами (гліколевий альдегід). Ті, які містять 3 атоми вуглецю, – це тріози: гліцеральдегід (альдоза), диоксиацетон (кетоза). Відповідно, моносахариди, які містять 4 атоми вуглецю – тетрози, 5 – пентози, 6 – гексози, 7 – гептози. Кожен з них може існувати у двох формах – кетози і альдози. Найпоширенішими є глюкоза, фруктоза, рибоза, 2-дезоксирибоза. Рибоза і 2-дезоксирибоза входять до складу нуклеїнових кислот. Глюкоза та інші цукри, які мають здатність відновлювати, називаються відновлювальними цукрами. Моносахариди відновлюють такі речовини, як перекис водню, іони двовалентної міді. Ці властивості використовують при аналізі цукрів. При вимірюванні кількості окиснювача, відновленого розчином цукру, можна визначити концентрацію цукру в біологічних рідинах.

Мета: вивчити класифікацію та фізико-хімічні властивості моносахаридів, а також навчитися проводити якісні реакції на моносахариди.

Завдання для самостійної підготовки

1. Класифікуйте вуглеводів за функціональними групами та кількістю вуглецевих атомів (форми Коллі – Толленса і Хеурсі).
2. Опишіть будову моносахаридів.
3. Обґрунтуйте асиметричні атоми вуглецю та стереізомерію в ряді моносахаридів (оптична ізомерія – D- і L-ряди та α - і β -стереоізомерія).

4. Назвіть найважливіших представників моносахаридів, їх ациклічні та циклічні форми.
5. Визначте хімічні властивості моносахаридів.
6. Яка біологічна роль моносахаридів?
7. За якими ознаками речовини зараховують до класу вуглеводів? Їх поширення у природі.
8. Що називають альдозою, кетозою?
9. Напишіть рівняння реакції утворення складних ефірів глюкози і фруктози з фосфорною кислотою.
10. Напишіть рівняння реакції окиснення глюкози за альдегідною групою і за первинною спиртовою групою.
11. Як можна виявити глюкозу і фруктозу?
12. Назвіть всі ізомери глюкози.
13. Напишіть рівняння реакції взаємодії α -глюкози і β -фруктози з утворенням сахарози.

Наочні засоби

Таблиці:

1. Класифікація вуглеводів.
2. Хімічна будова рибози.
3. Хімічна будова дезоксирибози.
4. Види структурних форм глюкози.
5. Види структурних форм фруктози.
6. Хімічні властивості моносахаридів.

Реактиви:

1. Розчин глюкози 1 %.
2. Розчин фруктози 1 %.
3. Реактив Тромера.
4. Реактив Селіванова.

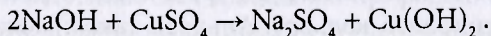
Обладнання:

1. Пробірки.
2. Газовий пальник.
3. Піпетки.
4. Тримачі пробірок.

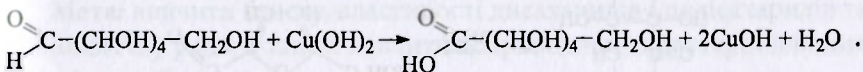
ХІД РОБОТИ

1. Реакція Тромера.

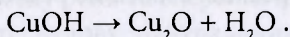
Розчин глюкози у лужному середовищі відновлює окисну мідь до закисної. Перший етап реакції полягає в утворенні гідроксиду міді при взаємодії CuSO_4 і NaOH



При нагріванні гідроксид міді відновлюється в гідрат закису міді жовтого кольору CuOH , а карбонільна група глюкози окиснюється до карбоксильної і утворюється глюконова кислота



Жовтий гідрат закису міді при подальшому нагріванні втрачає молекулу води і переходить у закис міді червоного кольору Cu_2O

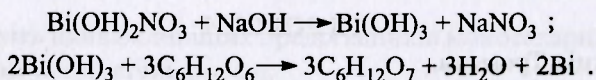


У пробірку наливають 2 мл 1 % розчину глюкози, додають 2 мл 5 % розчину NaOH і краплями 5 % розчину сірчаноокислої міді (CuSO_4) до утворення осаду блакитного кольору, який не зникає (осад $\text{Cu}(\text{OH})_2$). Верхню частину вмісту пробірки нагрівають. Випадає осад закису міді червоного кольору. При тривалішому нагріванні відбувається повна реакція відновлення до вільної міді, яка осідає на внутрішню стінку пробірки, що ззовні утворює мідне дзеркало.

2. Реакція Ніландера.

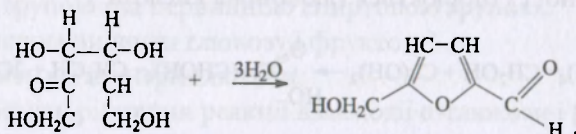
Реакція полягає у відновленні цукрами окисного вісмуту в металічний. Реактив Ніландера містить основний азотнокислий вісмут, сегнетову сіль та NaOH . Сегнетова сіль ($\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$) додається для того, щоб гідрат окису вісмуту не випадав в осад.

У пробірку наливають 2 мл 3 % розчину глюкози і додають 15 крапель реактиву Ніландера. Нагрівають на полум'ї газового пальника впродовж 2 хв. Спочатку з'являється коричневе, а потім чорне забарвлення металічного вісмуту



3. Реакція Селіванова на кетогексози.

При нагріванні із соляною кислотою кетогексоза (фруктоза) перетворюється в оксиметилфурфурол, який з резорцином утворює сполуку червоного кольору. Альдози також можуть утворювати оксиметилфурфурол при нагріванні з кислотами, проте реакція з альдозами відбувається повільно, чим і зумовлюється специфічність реакції Селіванова:



У пробірку наливають 2 мл розчину фруктози, додають 15 крапель реактиву Селіванова і нагрівають до кипіння. Спостерігають появу червоного забарвлення. Ця реакція є якісною реакцією на фруктозу.

Лабораторне заняття № 4

Властивості дисахаридів і полісахаридів

Вуглеводи, які утворені двома моносахаридними компонентами, називаються дисахаридами. У молекулі дисахаридів, як і у всіх складних вуглеводів, залишки моносахаридів поєднані глікозидним зв'язком. Він утворюється у результаті взаємодії аномерного атома вуглецю одного з цукрів з гідроксильною групою другого цукру. Глікозидні зв'язки легко гідролізуються кислотами, але стійкі до дії основ. Тому дисахариди можна гідролізувати і отримати у вільному вигляді їх моносахаридні компоненти методом кип'ятіння у розведеній кислоті.

До дисахаридів належать сахароза, мальтоза, лактоза. Дисахариди широко розповсюджені в природі, мають важливе практичне значення. Вони солодкі на смак, розчинні у воді.

Молекули полісахаридів складаються з великої кількості залишків моносахаридів, з'єднаних між собою кисневими ефірними мос-

тиками. Полісахариди мають дуже велику молекулярну масу, тому утворюють колоїдні розчини у воді (висолювання, желатинування). Біологічне значення полісахаридів полягає в тому, що вони є накопичувачами моносахаридів або слугують структурними елементами клітинних стінок і сполучної тканини. Полісахариди ще називаються гліканами. Вони відрізняються між собою природою моносахаридів, що їх утворюють, довжиною ланцюга та ступенем розгалуження ланцюга. Глікани поділяють на гомополісахариди і гетерополісахариди. Представником гомополісахаридів рослинного походження є крохмаль, а тваринного походження – глікоген. Прикладом гетерополісахариду є гіалуронова, хондроїтинсірчана кислоти та гепарин.

Мета: вивчити будову, властивості дисахаридів і полісахаридів та їх біологічну роль, а також навчитись проводити характерні для них якісні реакції.

Завдання для самостійної підготовки

1. Подайте загальну характеристику і класифікацію ліпідів.
2. Опишіть біологічну роль та енергетичну цінність жирів.
3. Охарактеризуйте будову нейтральних жирів та їх фізико-хімічні властивості.
4. Які вуглеводи називають дисахаридами? Їх біологічна роль.
5. Сформулюйте поняття глюкозид-глюкозидний і глюкозид-гідроксильний зв'язки.
6. Назвіть відновлювальні та невідновлювальні дисахариди.
7. Які вуглеводи називають полісахаридами; їх біологічна роль?
8. Вкажіть на різницю в будові крохмалю і глікогену.
9. Подайте схему гідролізу крохмалю.
10. Назвіть найважливіші похідні вуглеводів та вкажіть на їх біологічну роль.
11. Напишіть структурні формули сахарози, мальтози і лактози.
12. Напишіть рівняння гідролізу сахарози і мальтози.
13. Що таке 1-2- і 1-4- глюкозидні зв'язки і яке їх значення для властивостей ди- і полісахаридів?
14. Які типи зв'язків є у молекулі глікогену?
15. Яка форма глюкози бере участь у побудові клітковини?
16. Назвіть продукти гідролізу дисахаридів і полісахаридів.

17. Подайте схему гідролізу крохмалю.
18. Що таке декстрини?
19. Якими будуть результати реакції Фелінга з глікогеном?
20. Назвіть гетерополісахариди і вкажіть на їх біологічну роль.

Наочні засоби

Таблиці:

1. Класифікація вуглеводів.
2. Будова сахарози.
3. Будова мальтози.
4. Будова лактози.
5. Будова глікогену.
6. Будова амілози та амілопектину.
7. Схема гідролізу крохмалю.
8. Будова гетерополісахаридів.

Реактиви:

1. Сахароза 1 %.
2. Мальтоза 1 %.
3. Лактоза 1 %.
4. Крохмаль 1 %.
5. Реактиви Фелінга I і Фелінга II.
6. Реактив Селіванова.
7. Сірчана кислота 1н.
8. Їдкий натр 2н.
9. Реактив Люголя.

Обладнання:

1. Пробірки.
2. Піпетки на 1, 2, 5, 10 мл.
3. Газові пальники.
4. Тримачі для пробірок.
5. Олівці для писання по склі.

ХІД РОБОТИ

1. Відновлювальні властивості дисахаридів.

Дисахариди, залежно від способу зв'язку моносахаридів у їх молекулі, проявляють різну відновлювальну здатність.

У три пробірки наливають по 2 мл 1 % розчинів: у першу пробірку – сахарози, у другу – мальтози, у третю – лактози. У кожну пробірку додають 1 мл реактиву Фелінга I і 1 мл реактиву Фелінга II. Усі пробірки нагрівають до початку кипіння. У пробірці із сахарозою не спостерігається відновлення міді, у двох інших з'являються осаді закису міді (мідь з двовалентної відновлюється до одновалентної).

Напишіть структурні формули цих дисахаридів і поясніть різну взаємодію з гідратом окису міді.

2. Кислотний гідроліз сахарози.

Як відомо, сахароза не дає реакцій відновлення. Проте якщо сахарозу гідролізувати, нагріваючи її з кислотою, і звільнити таким чином глюкозидні гідроксили, то утвориться глюкоза і фруктоза, суміш яких здатна давати реакції відновлення.

У пробірку наливають 4 мл розчину сахарози, додають 1 мл сірчаної кислоти і кип'ятять 2 хв. Розчин нейтралізують їдким натром, потім додають 1 мл реактиву Фелінга I і 1 мл реактиву Фелінга II і нагрівають до початку кипіння.

3. Виявлення фруктози у складі дисахаридів.

У три пробірки наливають по 2 мл розчинів сахарози, мальтози, лактози. У кожну пробірку додають 15 крапель реактиву Селіванова і нагрівають до кипіння.

Сахароза побудована із залишків глюкози та фруктози, тому легко дає реакцію на кетози з утворенням оксиметилфурфуролу червоного кольору.

4. Якісна реакція на полісахариди.

А. У пробірку наливають 1 мл крохмалю і додають 1–2 краплі реактиву Люголя (розчин I в KI). Крохмаль з йодом утворюють комплексну сполуку, яка має синє забарвлення. Реакція вважається якісною реакцією на крохмаль.

Б. У пробірку наливають 2 мл крохмалю і додають 1 мл реактиву Фелінга I і 1 мл реактиву Фелінга II і нагрівають до початку кипіння. Цегляно-червоне забарвлення не з'являється. Здатністю відновлювати оксиди металів полісахариди не володіють, тому що півацетальні гідроксили зв'язані. Вона з'являється лише після гідролізу крохмалю до мальтози і глюкози.

Лабораторне заняття № 5

Властивості ліпідів

Назва ліпідів походить від грецького слова "lipos", що означає жир. Це нерозчинні у воді маслянисті або жирні речовини, які можна екстрагувати з клітини неполярними розчинниками, такими як ефір, хлороформ або бензол.

Молекула жиру, як і молекула вуглеводів, складається з вуглецю, водню та кисню. Вміст кисню порівняно з іншими атомами є значно меншим, ніж у вуглеводах. Наприклад, формула тристеарину $C_{57}H_{110}O_6$. Тому для окиснення жирів потрібно значно більше кисню, ніж для окиснення вуглеводів. Висока калорійність жирів порівняно з білками і вуглеводами надає їм високої енергетичної цінності при використанні організмом великої кількості енергії. Ліпіди є головними компонентами клітинних мембран.

Залежно від молекулярної будови, жири поділяють на прості та складні. Прості є ефірами різних спиртів та жирних кислот. Їх поділяють на власне жири або нейтральні жири, воски. Складні ліпіди є ефірами спиртів та жирних кислот, але у своїй структурі вони містять й інші складові: азотові основи, вуглеводи, залишки фосфорної та сірчаної кислот. Складні ліпіди поділяють на фосфоліпіди (гліцерофосфоліпіди, сфінгофосфоліпіди), гліколіпіди (цереброзиди, гангліозиди) та стероїди (стерини та стериди). За місцем розташування ліпіди поділяють на протоплазматичні і мембранні.

Мета: знати будову і властивості ліпідів та їх біологічну роль, а також навчитися проводити характерні для них якісні реакції.

Завдання для самостійної підготовки

1. Подайте загальну характеристику і класифікацію ліпідів.
2. Опишіть біологічну роль та енергетичну цінність жирів.
3. Охарактеризуйте будову нейтральних жирів та їх фізико-хімічні властивості.
4. Які жирні кислоти належать до складу природних жирів? Значення ненасичених жирних кислот.
5. Обґрунтуйте емульгування жирів та біологічне значення цього процесу.

6. Подайте будову, класифікацію та біологічну функцію ліпоїдів.
7. Які жири називаються структурними, а які резервними?
8. Де депонується (відкладається) жир в організмі людини?
9. Яка фізіологічна роль підшкірного жиру?
10. Чим відрізняються тригліцериди, що належать до складу жирів тіла людини від тригліцеридів, що входять до складу жирів рослинного походження?
11. Яка роль фосфоліпідів в організмі?
12. Які тригліцериди називаються простими, а які змішаними?
13. Напишіть структурні формули моно-, ди- і тригліцериду.
14. Напишіть формулу нейтрального жиру.
15. Напишіть рівняння реакції гідрогенізації, гідролізу та окиснення триолеїну.
16. Що таке мило?
17. Чому водний розчин мила має лужну реакцію? Підтвердіть рівнянням реакції.
18. Які жирні кислоти називаються насиченими, ненасиченими?
19. Вкажіть на відмінність у структурі насичених та ненасичених жирних кислот.
20. Чим відрізняються за своїми фізико-хімічними властивостями насичені та ненасичені вищі жирні кислоти?
21. Яка роль вільних жирних кислот в організмі?
22. Чим відрізняються тверді жири від рідких?
23. Яке значення холестерину?

Наочні засоби

Таблиці:

1. Будова нейтрального жиру.
2. Будова фосфоліпідів.
3. Класифікація ліпідів та ліпоїдів.
4. Класифікація жирних кислот.
5. Будова холестерину.
6. Гідроліз лецитину.

Реактиви:

1. Рослинний жир.
2. Бензин.

3. Хлороформ.
4. Ефір.
5. Ацетон.
6. КОН 1 % спиртовий розчин.
7. NaHCO_3 1 %.
8. Яєчний білок 1 %.
9. Медична жовч.
10. Дистильована вода.

Обладнання:

1. Пробірки.
2. Пробірки широкі.
3. Зворотній холодильник.
4. Водяна баня.
5. Піпетки на 5 і 10 мл.
6. Олівці для писання по склі.

ХІД РОБОТИ

1. Розчинність жирів.

У 5 пробірок наливають по 3 краплі рослинного жиру. У першу пробірку додають 2 мл води; у другу – 2 мл бензину; у третю – 2 мл хлороформу; у четверту – 2 мл ефіру і в п'яту – 2 мл ацетону. Струшують. Порівнюють розчинність жиру в органічних розчинниках і у воді.

Жири добре розчиняються в органічних розчинниках, але нерозчинні у воді.

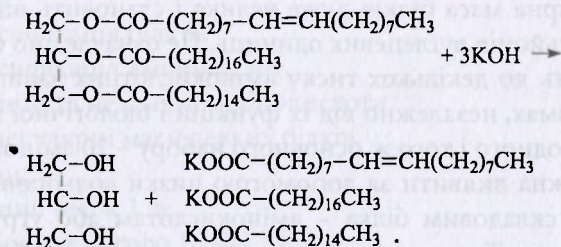
2. Емульгування жирів.

У 6 пробірок наливають по 3 краплі рослинного жиру і по 3 мл води. Потім у другу пробірку додають 3 краплі 1 % розчину їдкою калію, у третю – 3 краплі 1 % розчину соди, в четверту – 3 краплі 1 % розчину мила, у п'яту – 3 краплі розчину білка, у шосту – стільки ж жовчі. Перша пробірка, у яку нічого не додають, є контрольною.

Вміст усіх пробірок старанно струшують, ставлять за порядком у штатив і через 5 хв спостерігають стійкість емульсії. Жири не розчиняються у воді, але утворюють нестійкі емульсії. При додаванні емульгаторів утворюється стійка емульсія. Встановлюють, який емульгатор найсильніший.

3. Гідроліз (омилення жиру).

При лужному гідролізі жирів утворюються продукти їх нейтралізації лугом – солі жирних кислот, які називають милами, наприклад: $C_{17}H_{35}COOK$ – стеариновокислий калій (рідке мило), чи тверде мило – $C_{17}H_{35}COONa$. Реакція омилення жиру



Двадцять крапель рослинного жиру змішують у широкій пробірці з 5 мл спиртового розчину їдкою калію. Пробірку нагрівають на киплячій водяній бані, закривши корком з довгою скляною трубкою (зворотнім холодильником) до повного омилення. Показником омилення може бути відсутність утворення жирних плям на поверхні води, в яку додана крапля гідролізату та піна при струшуванні.

Лабораторне заняття № 6

Кольорові реакції амінокислот та білків

Білки – це особливий клас речовин, який називають протеїнами від грецького слова “protos” – перший, важливий. Білки становлять 50–60 % сухої маси тіла. Добова потреба залежить від віку, умов праці, кліматичних умов. В середньому вона становить 100–120 г білка (1,3г на 1кг маси тіла). В організм білки надходять з їжею рослинного і тваринного походження. Кількісно вони переважають над всіма макромолекулами, які є в клітині і становлять понад половину сухої ваги більшості організмів. Вони виконують в організмі такі функції: слугують пластичним матеріалом клітин, транспортують речовини, необхідні для процесів життєдіяльності, каталізують всі реакції обміну речовин (ферменти), виконують захисну функцію (антитіла, антигени, чинники зсідання крові), регуляторну (гормони) тощо.

Зважаючи на структуру, це високомолекулярні азотовмісні органічні речовини, побудовані з амінокислот, які з'єднані пептидними зв'язками, тобто це високомолекулярні полімери, мономерами яких є амінокислоти. Молекули білків мають складну структурну організацію.

Молекулярна маса білків дуже велика і становить від 10 000 до декількох мільйонів вуглецевих одиниць. Це означає, що білкова молекула містить до декількох тисяч амінокислотних залишків. Білки у всіх організмах, незалежно від їх функцій і біологічної активності, побудовані з одного і того ж основного набору – 20 амінокислот.

Білки можна виявити за допомогою низки кольорових реакцій, які властиві складовим білка – амінокислотам або угрупованням, утвореним ними. Так, поліпептиди та білки утворюють біуретову реакцію, характерну для пептидного (кисотно-амідного) зв'язку, який є основним зв'язком первинної структури білкової молекули. Усі амінокислоти утворюють позитивну реакцію з нінгідрином.

Деякі амінокислоти (тирозин, триптофан, фенілаланін, цистин, аргінін, гістидин) утворюють кольорові реакції, характерні для циклічних амінокислот.

Мета: вивчити класифікацію, будову та властивості амінокислот, утворення пептидного зв'язку, а також навчитися проводити кольорові реакції амінокислот та білків.

Завдання для самостійної підготовки

1. Що таке білки? Їх біологічна роль.
2. Класифікуйте амінокислоти. Охарактеризуйте будову та властивості.
3. Обґрунтуйте замінні та незамінні амінокислоти.
4. Розкрийте суть пептидного зв'язку та його утворення.
5. Назвіть структуру та класифікацію білків.
6. Дайте коротку характеристику простих і складних білків.
7. Перелічіть основні функції білків.
8. Яка відмінність білків від жирів і вуглеводів (за елементарним складом)?
9. Назвіть сірковмісні амінокислоти. Наведіть приклади.
10. Назвіть циклічні амінокислоти. Наведіть приклади.

11. Чому за допомогою біуретової реакції не можна виявити вільні амінокислоти?
12. Напишіть рівняння реакції утворення дипептиду.

Наочні засоби

Таблиці:

13. Класифікація білків.
14. Класифікація амінокислот.
15. Замінні та незамінні амінокислоти.
16. Молекулярні маси деяких білків.

Реактиви:

1. Яечний білок 1 %.
2. Гідроксид натрію 10 % і 30 %.
3. Мідь сірчаної кислоти 1 %.
4. Азотна кислота концентрована.
5. Желатин 1 %.
6. Оцтова кислота льодяна.
7. Сірчана кислота концентрована.
8. Свинець оцтовокислий 5 %.

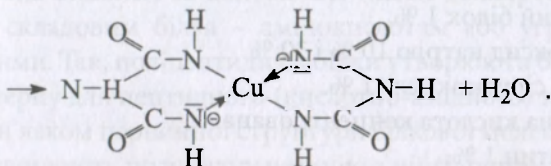
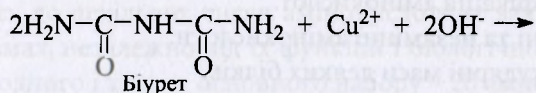
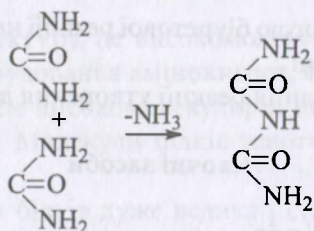
Обладнання:

1. Пробірки.
2. Газові пальники.
3. Тримачі для пробірок.
4. Олівці для писання по склі.
5. Піпетки на 1 мл.

ХІД РОБОТИ

1. Біуретова реакція.

У лужному середовищі за наявності солей міді білки утворюють червоно-фіолетове або синьо-фіолетове забарвлення. Реакція зумовлена пептидними зв'язками між амінокислотами білка, які утворюють з іонами міді солеподібні комплексні сполуки. Інтенсивність забарвлення залежить від кількості пептидних зв'язків. Свою назву біуретова реакція одержала від похідного сечовини – біурету, який надає розчину фіалкового кольору

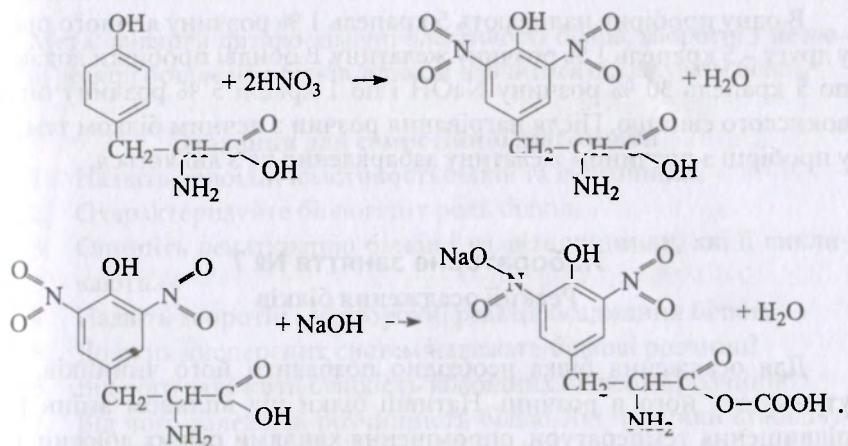


У пробірку наливають 5 крапель 1 % розчину яєчного білка, 5 крапель 10 % розчину гідроксиду натрію і 1 краплю 1 % розчину сірчаноокислої міді. Перемішують і спостерігають появу фіалкового забарвлення, що засвідчує про пептидні зв'язки між амінокислотами у білковій молекулі.

2. Ксантопротеїнова реакція.

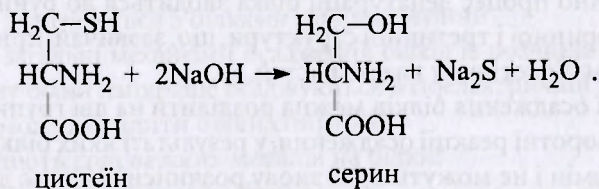
При додаванні до розчину білка концентрованої азотної кислоти білок спочатку осідає, а потім при нагріванні розчиняється і рідина забарвлюється у жовтий колір. Ця реакція підтверджує наявність у білку ароматичних амінокислот (феніланіну, тирозину, триптофану) і ґрунтується на утворенні нітропохідних цих амінокислот.

У пробірку наливають 5 крапель 1 % розчину яєчного білка і 3 краплі концентрованої азотної кислоти. Обережно нагрівають і спостерігають появу жовтого забарвлення. Після охолодження у пробірку додають 10 крапель 30 % розчину їдкого натру (NaOH). Жовте забарвлення переходить в оранжеве внаслідок нітрування залишків ароматичних амінокислот білкової молекули з утворенням таких полінітросполук:

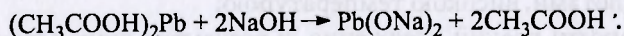


3. Реакція Фоля.

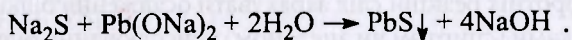
При додаванні до розчину білка 30 % розчину луѓу, оцтовокисло-го свинцю під час кип'ятіння розчин починає темніти. Реакція зумовлена наявністю у білку сірковмісних амінокислот: цистину, цистеїну і метіоніну. Ці амінокислоти при нагріванні сильного луѓу руйнуються, утворюючи сірчистий натрій



Оцтовокислий свинець реагує з луѓом, утворюючи плумбіт натрію



Сірчистий натрій при взаємодії з плумбітом утворює чорний осад сірчистого свинцю



В одну пробірку наливають 5 крапель 1 % розчину яєчного білка, у другу – 5 крапель 1 % розчину желатину. В обидві пробірки додають по 5 крапель 30 % розчину NaOH і по 1 краплі 5 % розчину оцтовокислого свинцю. Після нагрівання розчин з яєчним білком темніє, у пробірці з розчином желатину забарвлення не з'являється.

Лабораторне заняття № 7

Реакції осадження білків

Для осадження білка необхідно позбавити його чинників, що утримують його в розчині. Нативні білки під впливом зміни рН, підвищення температури, опромінення хвилями різних довжин, радіоактивного випромінювання, а також багатьох хімічних речовин (органічних розчинників, важких металів тощо) зазнають змін у просторовій структурі молекули. У результаті цих змін білок втрачає здатність розчинятися у звичайних для нього розчинниках (вода, солеві розчини тощо), втрачає свої гідрофільні властивості і набуває гідрофобних. Усі ці зміни становлять поняття денатурації. Пептидні зв'язки у білках при денатурації не гідролізуються.

Фактично процес денатурації білка зводиться до руйнування нативної вторинної і третинної структури, що, зазвичай, призводить до втрати ним біологічних властивостей.

Реакції осадження білків можна розділити на дві групи:

1) незворотні реакції осадження, у результаті яких білки зазнають глибоких змін і не можуть бути знову розчинені. Настає денатурація білка. До незворотніх реакцій належать такі: осадження білка солями важких металів, алкалоїдними реактивами, мінеральними й органічними кислотами, високою температурою;

2) зворотні реакції осадження, у результаті яких осаджені білки не зазнають глибоких змін і тому одержані осадки білків можуть бути розчинені у воді. Молекула білка при цьому зберігає свої властивості і не піддається денатурації.

До зворотніх реакцій слід зарахувати осадження білків органічними розчинниками (спиртом чи ацетоном) і висолювання білків (осадження під впливом розчинів нейтральних солей: NH_4Cl , NaCl , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ тощо).

Мета: вивчити фізико-хімічні властивості білків, зворотні і незворотні реакції осадження білків, а також навчитися осаджувати білки.

Завдання для самостійної підготовки

1. Назвіть колоїдні властивості білків та їх розчинів.
2. Охарактеризуйте біологічну роль білків.
3. Опишіть денатурацію білків і назвіть чинники, які її викликають.
4. Назвіть зворотні і незворотні реакції осадження білків.
5. До яких дисперсних систем належать білкові розчини?
6. Від чого залежить стійкість колоїдних білкових розчинів?
7. Від чого залежить розчинність білка? Які чинники стабілізують білок у розчині?
8. Що таке гідроліз білка і які види гідролізу Ви знаєте?
9. Що називається амфотерністю білка?
10. Що таке ізоелектрична точка білка?
11. Яка залежність існує між амінокислотним складом білка і його ізоелектричною точкою?
12. Що таке денатурація білка? Які чинники, що денатурують білки, Вам відомі?
13. Що відбувається з білками при кип'ятінні?
14. Які загальні механізми осадження білків із розчинів Ви знаєте? Чому білки найкраще осаджуються в ізоелектричній точці?
15. Чи можна осадити білки спиртом?
16. Як діють солі важких металів на білки?
17. Що таке висолювання білків?
18. Чому при отруєнні солями важких металів дають яєчний білок або молоко?

Наочні засоби

Таблиці:

1. Хімічні властивості білка.
2. Білки – амфотерні сполуки.
3. Денатурація білка.
4. Амінокислоти, що належать до складу білків та їх будова.
5. Типи зв'язків, що стабілізують білкову молекулу.

Реактиви:

1. Яєчний білок 1 %.
2. Спирт етиловий.
3. Оцтова кислота 3 % і 5 %.
4. Їдкий калій 10 %.
5. Мідь сірчаноокисла 5 %.
6. Свинець оцтовокислий 0,5 %.
7. Соляна кислота концентрована.
8. Сірчана кислота концентрована.
9. Азотна кислота концентрована.
10. Трихлороцтова кислота (ТХОК) 10 %.
11. Сульфосаліцилова кислота 5 %.
12. Калій залізосинеродистий 5 %.
13. Пікринова кислота.

Обладнання:

1. Пробірки .
2. Піпетки на 5 мл.
3. Лійки.
4. Фільтрувальний папір.
5. Газовий пальник.
6. Тримачі для пробірок.
7. Олівець для писання по склі.

ХІД РОБОТИ**1. Осадження білків водовід'ємними реагентами.**

У пробірку, що містить 10 крапель 1 % розчину білка, додають 10 крапель етилового спирту. При перемішуванні спостерігають випадання білка в осад внаслідок дегідратації білкових молекул. Якщо частину вмісту пробірки відлити і розвести водою, осад знову розчиниться.

2. Осадження білків під впливом високої температури.

Випадання білків в осад при нагріванні – згортання – характерне майже для всіх білків (окрім желатину). Особливо легко і повніше відбувається осадження білків у слабкокислому середовищі, біля ізоелектричної точки. У нейтральному і сильнокислому середовищах осадження білків відбувається значно гірше, а в лужному середовищі зовсім не настає.

У чотири пробірки наливають по 10 крапель 10 % розчину яєчного білка. Потім у другу пробірку додають 1 краплю 3 % оцтової кислоти, у третю – 15 крапель 3 % оцтової кислоти, а у четверту – 1 краплю 10 % розчину їдконого натрію. Усі пробірки нагрівають до кипіння. Спостерігають у котрій пробірці відбувається осадження білка і з якою швидкістю.

3. Осадження білків солями важких металів.

У дві пробірки наливають по 10 крапель 1 % розчину яєчного білка. У першу додають 5 крапель 5 % розчину сірчаної кислоти міді, у другу 5 крапель 0,5 % розчину оцтовокислого свинцю. Спостерігають утворення осадів.

Солі важких металів (ртуті, срібла, міді, свинцю тощо) викликають незворотне осадження білків, утворюючи з ними нерозчинні у воді сполуки.

4. Осадження білків мінеральними кислотами.

Концентровані мінеральні кислоти викликають осадження білків. Це пов'язано як з дегідратацією білкових молекул, так і з денатурацією білка.

У три пробірки наливають по 5 крапель таких концентрованих кислот: соляної, сірчаної і азотної. Тоді, нахиливши пробірки, у кожному обережно додають, доливаючи по стінці, 5 крапель 1 % розчину білка. На межі двох шарів рідини утворюється осад білка.

5. Осадження білків органічними кислотами.

Сульфосаліцилова і трихлороцтова кислоти є надчутливими і специфічними реактивами на білок. Трихлороцтова кислота осаджує тільки білки і не осаджує продукти розпаду білка.

У дві пробірки наливають по 5 крапель 1 % розчину білка і додають у першу 5 крапель 10 % трихлороцтової кислоти, у другу – 5 крапель 5 % сульфосаліцилової кислоти. При перемішуванні в обох пробірках утворюється осад.

6. Осадження білків алкалоїдними реактивами

Танін, пікринова кислота, жовта кров'яна сіль та інші алкалоїди утворюють з білками у кислому середовищі нерозчинні сполуки.

Механізм осадження білків алкалоїдними реактивами пов'язаний з утворенням нерозчинних солеподібних сполук з основними азотистими групами білка. У цій сполуці білок є катіоном, а алкалоїдний реактив – аніоном.

У пробірку наливають 10 крапель 1 % розчину яєчного білка, підкислюють 2 краплями 10 % розчину оцтової кислоти і додають 3 краплі 5 % розчину пікринової кислоти. Білок випадає в осад.

Лабораторне заняття № 8

Властивості ферментів

Ферменти – це високоспеціалізовані білки, які прискорюють хімічні реакції в клітинах, тобто це біологічні каталізатори. Діючи в строго визначеній послідовності, вони каталізують сотні багатостадійних реакцій, в ході яких здійснюється розщеплення молекул поживних речовин, запасастся і перетворюється хімічна енергія та з простих молекул будуються макромолекули, що входять до складу клітини. Ферменти регулюють швидкість всіх реакцій, які відбуваються в організмі. Вони використовуються у дуже малих кількостях, бо проявляють високу каталітичну активність і в ході каталізу їх молекули не змінюються.

Кожна реакція каталізується певним специфічним ферментом. Тому в клітинах утворюється багато різних ферментів, що каталізують перетворення різних речовин. Речовина, перетворення якої каталізує фермент, називається субстратом. Ферменти збільшують швидкість хімічної реакції, знижуючи енергію активації, яка необхідна для перетворення субстратів.

Характеристика ферменту визначається його активністю. Згідно з міжнародною системою одиниць, активність ферменту виражають у каталах. Один катал відповідає кількості ферменту, яка перетворює 1 моль субстрату за 1 с. Кожний фермент має свої оптимальні умови прояву активності. Швидкість реакції, яку він каталізує, за цих оптимальних умов є максимальною. На дію ферментів впливає кількість ферменту, концентрація субстрату, рН середовища, температура, наявність активатора або інгібітора. Для ферментів характерним є висока каталітична активність, специфічність дії, регульованість їх активності.

Мета: вивчити будову, класифікацію та властивості ферментів.

Завдання для самостійної підготовки

1. Що Ви знаєте про ферменти як біологічні каталізатори.

2. Охарактеризуйте структуру ферментів.
3. Обґрунтуйте механізм ферментативного каталізу. Активний центр ферменту.
4. Визначте специфічність ферменту та його види.
5. Оптимальні умови дії ферменту.
6. Назвіть активатори та інгібітори ферментів.
7. Подайте класифікацію і номенклатуру ферментів.
8. Коферменти. Ізоферменти.
9. Як називається ділянка молекули ферменту, що безпосередньо каталізує ферментативну реакцію?
10. Як називається простетична група ферменту?
11. Чому виникає комплекс “фермент-субстрат”?
12. У чому суть впливу ферменту на субстрат?
13. Що таке каталітичний центр ферменту?
14. Яка ділянка молекули ферменту називається активним центром?
15. У чому виражена специфічність дії ферменту?
16. Назвіть чинники, які впливають на швидкість ферментативного каталізу.
17. Як залежить активність ферменту від температури?
18. Чи залежить активність ферментів від рН середовища? Чому?
19. До якої групи інгібіторів належать солі важких металів?
20. Які речовини називаються неспецифічними інгібіторами ферментів?
21. Що таке кофермент?
22. Ізоферменти. Їх біологічна роль.

Наочні засоби

Таблиці:

1. Схема утворення і розпаду комплексу фермент-субстрат.
2. Крива залежності активності ферменту від рН середовища.
3. Зміна ферментативної активності під впливом температури середовища.
4. Схема ферментативного каталізу.
5. Зниження енергії активації при дії каталізатора.
6. Будова ферменту.

7. Зміна швидкості ферментативної реакції за впливу концентрації субстрату.

Реактиви:

1. Крохмаль 0,2 %, 0,5 % і 1 %.
2. Реактив Люголя.
3. Соляна кислота 1 н.
4. Натрій хлористий 1 %.
5. Мідь сірчанокисла 1 %.
6. Вода дистильована.

Обладнання:

1. Пробірки.
2. Піпетки на 1,5 і 10 мл.
3. Водяна баня.
4. Термостат.
5. Холодильник.
6. Скляні пластини.
7. Скляні палички.
8. Олівець для писання по склі.

ХІД РОБОТИ

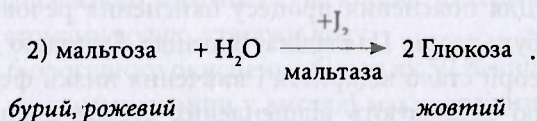
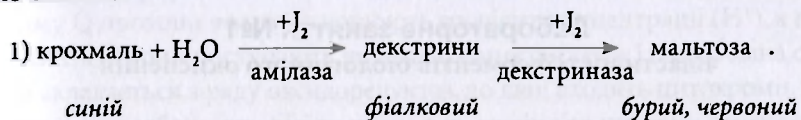
1. Вплив температури на активність ферментів.

У чотири пронумеровані пробірки наливають по 5 мл 1 % розчину крохмалю. Першу пробірку поміщають у киплячу водяну баню, другу – у термостат при температурі 40 °С, третю пробірку залишають при кімнатній температурі, а четверту ставлять у лід. Через 10–15 хв у всі пробірки, залишаючи їх при тих же умовах, додають по 1 мл слини, розведеної в десять разів, і перемішують скляною паличкою. Ступінь гідролізу крохмалю виявляють за реакцією з йодом. Для цього на скляну пластину наносять декілька крапель реактиву Люголя і перемішують їх з крапельками суміші, які беруть з кожної пробірки через 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12 хв. За зміною забарвлення розчину крохмалю з йодом роблять висновки про гідроліз, що відбувся у кожній пробірці.

Ферменти дуже чутливі до температури. При нагріванні до 60–80 °С вони втрачають свої властивості біологічних каталізаторів. При низькій температурі, наприклад, при 0 °С, швидкість ферментатив-

ного каталізу різко знижується, досягаючи дуже малих величин. Забарвлення розчину крохмалю з йодом у синій колір зберігається тим довше, чим нижча температура або інактивованіший фермент.

Гідроліз крохмалю під дією ферментів слини відбувається за такою схемою:



2. Вплив рН на активність ферментів.

У дві пробірки наливають по 0,5 мл 0,2 % розчину крохмалю. У першу пробірку додають 1 мл 1н. розчину соляної кислоти і в обидві – по 1 мл слини. Перемішують. Залишають на 20 хв. Потім в обидві пробірки додають по 5 крапель розчину Люголя і перемішують. Спостерігають зміну забарвлення.

На каталітичну активність ферментів впливає концентрація водневих іонів. У пробірці, де концентрація водневих іонів буде оптимальною, відбудеться повний гідроліз крохмалю.

3. Вплив активаторів та інгібіторів на активність ферментів.

У одну пробірку наливають 5 мл води, у другу – 4 мл води і 1 мл 1 % розчину хлористого натрію, у третю – 4 мл води і 1 мл 1 % розчину сірчаноокислої міді. У всі три пробірки доливають по 5 мл 0,5 % розчину крохмалю і 1 мл слини, перемішують і залишають при кімнатній температурі на 5 хв. Потім у три пробірки, що містять по 1 мл води і 5 крапель розчину Люголя, додають по 2 мл вмісту кожної пробірки досліді. Спостерігають зміну забарвлення.

За той самий час в першій пробірці відбудеться розщеплення крохмалю лише до декстринів, у другій – повний гідроліз, а в третій виявиться нерозщеплений крохмаль.

Хлористий натрій (іони Na^+ і Cl^-) – специфічний активатор амілази. І навпаки, сірчаноокисла мідь гальмує активність ферменту амілази.

РОЗДІЛ 2

ДИНАМІЧНА БІОХІМІЯ

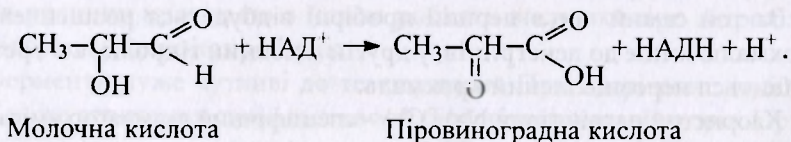
Лабораторне заняття №1

Властивості ферментів біологічного окиснення

Процеси біологічного окиснення є основним джерелом енергії в організмі. Для пояснення процесу окиснення речовин широкого визнання набула теорія Палладіна-Вілланда. Основою для підтвердження цієї теорії стало відкриття і вивчення низки ферментів – дегідрогеназ, які каталізують відщеплення атомів водню від різних субстратів. Було доведено, що окиснення субстратів є ланцюжком послідовних реакцій, які беруть свій початок з дегідрогенізації субстратів і закінчуються перенесенням електронів на кисень та взаємодією останнього з протонами водню з утворенням води. Оскільки таке окиснення постійно поглинає кисень, то його ще називають тканинним диханням.

Ферменти, які каталізують окисно-відновні реакції, називають оксидоредуктазами. Процеси біологічного окиснення відбуваються поетапно. На першому етапі здійснюється дегідрогенізація субстратів – продуктів розпаду білків, жирів та вуглеводів. Цей процес відбувається за участю ферментів дегідрогеназ, які містять коферменти НАД⁺ і НАДФ⁺. Вони є універсальними акцепторами водню для багатьох субстратів – спиртів, альдегідів, дикарбонових і кетокислот, амінів тощо. Забираючи від субстратів атоми водню (електрони і протони), вони самі відновлюються, а субстрати при цьому окиснюються.

Прикладом дегідрогеназ може бути лактатдегідрогеназа, яка каталізує реакцію дегідрогенізації молочної кислоти



На наступному етапі акцептором атомів водню є група флавінових ферментів, які у вигляді небілкової частини містять ФМН і ФАД. Вони здійснюють перенесення атомів водню від відновлених НАД-Н або НАДФ-Н. Наступним етапом є перенесення електронів і протонів від відновлених форм ФМН або ФАД на убихінон (коензим Q). Довкола коензиму Q протони водню утворюють градієнт концентрації (H^+), а далі тільки електрони поступають на цитохромну систему. Цитохромна система складається з ряду оксидоредуктаз, до якої входять цитохроми. Характерною особливістю цієї системи ферментів є те, що вони переносять електрони з відновленого коензиму Q на кисень. Кисень, з'єднуючись з іонізованими атомами водню, утворює воду.

У процесі біологічного окиснення більш як 50 % виділеної енергії резервується клітинами тканин у вигляді макроергічних сполук, переважно у вигляді АТФ. Утворення АТФ здійснюється за участю АДФ і активного фосфату. Активація останнього відбувається головню за рахунок енергії біологічного окиснення. Отже, фосфорилування АДФ впродовж біологічного окиснення називають окисним фосфорилуванням.

Мета: вивчити процеси біологічного окиснення в організмі людини; знати подібність і відмінність між диханням і окисним фосфорилуванням та дослідним шляхом вивчити властивості ферментів біологічного окиснення.

Завдання для самостійної підготовки

1. Обґрунтуйте суть сучасної теорії біологічного окиснення.
2. Охарактеризуйте роль ферментів та коферментів у процесах біологічного окиснення.
3. Назвіть проміжні носії електронів і протонів водню, подайте їх будову.
4. Опишіть класифікацію і біологічну роль цитохромів.
5. Назвіть основні ферменти тканинного дихання та вкажіть на їх локалізацію в клітині.
6. У яких сполуках накопичується енергія тканинного дихання?
7. Що становить собою окисне фосфорилування?
8. Як відбувається транспортування електронів і протонів у ланцюгу біологічного окиснення?

9. Які кінцеві продукти обміну утворюються при повному і вкоченому дихальному ланцюгу?

Наочні засоби

Таблиці:

1. Транспортування електронів і протонів у дихальному ланцюгу при недостатньому постачанні організму киснем.
2. Транспортування електронів і протонів у дихальному ланцюгу при достатньому постачанні організму киснем.

Реактиви:

1. Перекис водню.
2. Дистильована вода.
3. Сірчана кислота 10 %.
4. Марганцевокислий калій 0,1 н.

Обладнання:

1. Мікропіпетки на 0,1 мл.
2. Піпетки на 1, 2, 5 і 10 мл.
3. Колби мірні на 100 мл.
4. Олівці для писання по склі.
5. Скарифікатори.
6. Вата.

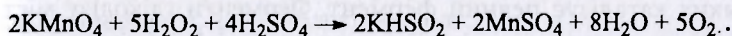
ХІД РОБОТИ

1. Визначення активності каталази за каталазним числом крові.

Кров беруть з м'якоті пальця. Скарифікатори і шкіру пальця дезинфікують 70 % розчином спирту. Першу краплю крові, яка виступила після уколу, витирають стерильною сухою марлею, а наступні краплі набирають у мікропіпетку до 0,1 мл. Кров, яка міститься у мікропіпетці, переносять в мірну колбу на 100 мл і доводять дистильованою водою до мітки 100 мл. Розведену кров (1:1000) набирають у піпетку і капають в чотири колбочки по 1 мл. Додають в кожен колбочку по 7 мл води, тобто доводять об'єм до 8 мл. Всі колбочки нумерують (1, 2, 3, 4). Першу і другу кип'ятять протягом 2 хв і охолоджують до кімнатної температури. У всі чотири колбочки наливають по 2 мл 1 % розчину перекису водню і залишають на 30 хв при кімнатній температурі. Реакцію зупиняють, додаючи в кожен колбочку по 5 мл

10 % розчину сірчаної кислоти і відтитровують вміст кожної колбочки розчином 0,1 % марганцевокислого калію до рожевого забарвлення. Вираховують середнє значення при титруванні в колбочках №1 і №2 – контрольних та №3 і №4 – дослідних. Різницю між контролем і дослідом перемножують на 1,7 і отримують каталазне число крові.

Кількісне визначення активності каталази ґрунтується на реакції між перекисом водню і марганцевокислим калієм



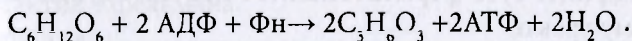
Додаток: 1 г-екв H_2O_2 дорівнює 17г 1 мл 0,1 розчину H_2O_2 , прирівнюється, відповідно, до 1,7 мл 1 мл 0,1н. розчину KMnO_4 відповідає 1 мл 0,1н. розчину H_2O_2 .

Зважаючи на наведене вище, різницю між результатами титрування перемножують на 1,7 та отримують кількість міліграмів H_2O_2 , яка розщепилася 1 мікролітром крові (1 міліграм основного розчину відповідає 1 мікролітру крові). Це і є каталазне число.

Лабораторне заняття №2

Визначення продуктів гліколізу в біологічних об'єктах

Окиснення глюкози в тканинах до кінцевих продуктів обміну можна схематично зобразити так: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O}$. При цьому накопичується 38 АТФ. Проте під час фізичної діяльності в умовах недостатнього надходження до м'язів кисню у них накопичується молочна кислота



Інакше кажучи, перетворення вуглеводів у тканинах людини і тварин може відбуватися двома шляхами: аеробним і анаеробним. Анаеробне перетворення вуглеводів, що починається з глікогену або з глюкози, а закінчується утворенням молочної кислоти, називається відповідно глікогенолізом або гліколізом. Гліколіз – центральний шлях катаболізму глюкози. Він містить хімічні перетворення трьох типів.

1. Розпад вуглецевого скелета глюкози з утворенням пірувату (шлях атомів вуглецю).
2. Фосфорилування АДФ високоенергетичними сполуками і утворення АТФ (шлях фосфатних груп).
3. Перенесення водневих протонів та електронів (шлях перенесення електронів).

Гліколіз відбувається впродовж десяти послідовних реакцій, кожену з яких каталізує певний фермент. Ферменти гліколізу містяться у напіврідкому середовищі клітини – цитозолі. Гліколіз поділяють на 2 етапи: підготовчий та основний, або на три стадії: активації, біологічного окиснення та гліколітичного фосфорилування.

Підготовчий етап включає процес фосфорилування глюкози та розщеплення її ланцюга на дві фосфотріози. Для цього використовується енергія у вигляді двох молекул АТФ. У випадку якщо гліколіз починається з глікогену, то на активацію використовується 1 АТФ, оскільки енергії гідролізу глікогену є досить аби перше фосфорилування гексози відбувалося за участю фосфорної кислоти. Така економія на стадії активації пізніше позначається на енергетичному ефекті глікогенолізу.

Другий етап складається з окисно-відновних реакцій біологічного окиснення, спряжених з субстратним фосфорилуванням, у процесі якого утворюється АТФ. На цьому етапі енергія запасується у вигляді чотирьох молекул АТФ. Враховуючи витрати АТФ на активацію субстратів у підготовчому періоді (2 АТФ в умовах гліколізу та 1 АТФ в умовах глікогенолізу), енергетичний ефект гліколізу становить 2 АТФ, а глікогенолізу 3 АТФ.

Завдання для самостійної підготовки

1. Розкрийте суть ферментативного гідролізу вуглеводів у травному тракті.
2. Опишіть гліколітичний (анаеробний) розпад вуглеводів.
3. Обґрунтуйте глікогеноліз, біологічне значення глікогенолізу.
4. Визначте енергетичний ефект гліколізу та глікогенолізу.
5. Охарактеризуйте аеробне окиснення вуглеводів та енергетичний ефект біологічного окиснення.
6. Розкрийте суть біологічного значення анаеробних та аеробних процесів в організмі при виконанні фізичних навантажень.

7. Опишіть спільність, відмінність між гліколізом і глікогенолізом та біологічну роль.
8. Охарактеризуйте реакції субстратного фосфорилування.
9. Які вітаміни беруть участь в окисному декарбоксілюванні пірвіноградної кислоти (ПВК)?
10. В яких умовах відбувається перетворення ПВК у молочну кислоту?
11. Дайте характеристику циклу трикарбонових кислот (ЦТК).
12. Гліконеогенез, його біологічна роль.

Наочні засоби

Таблиці:

1. Анаеробний розпад вуглеводів.
2. Схема послідовності реакцій гліколізу.
3. Механізм декарбоксілювання ПВК.
4. Окислювальний ЦТК.
5. Розщеплення глікогену (глікогеноліз).
6. Розщеплення вуглеводів в шлунково-кишковому тракті.

Реактиви:

1. Подрібнені м'язи.
2. Молочна кислота.
3. Фосфатний буфер рН 8,0.
4. ТХОК 10 %.
5. Крохмаль 1 %.
6. Вазелін.
7. Оксид кальцію.
8. Сірчаноокисла мідь 20 %.
9. Дистильована вода.
10. Реактив Уфельмана.

Обладнання:

1. Термостат.
2. Пробірки.
3. Піпетки на 1 і 10 мл.
4. Лійки діаметром 3–5 см.
5. Скляні лопатки.

ХІД РОБОТИ

1. Якісна реакція на молочну кислоту.

У пробірку наливають 1 мл реактиву Уфельмана (темно-фіалковий колір) і додають краплями водний розчин молочної кислоти до зміни забарвлення у оливковий (жовто-зелений) колір. Молочна кислота, взаємодіючи з хлорним залізом, яке міститься в реактиві Уфельмана, дає зелено-жовте забарвлення внаслідок утворення молочнокислого заліза.

2. Якісне визначення молочної кислоти як метаболіту гліколізу.

У дві пробірки поміщають по 1 г свіжоприготованих гомогенізованих м'язових волокон і додають 5 мл фосфатного буфера (рН 8,0). У першу пробірку (контрольну) доливають 1 мл 10 % розчину ТХОК для денатурації ферментів. Після цього в обидві пробірки доливають по 1 мл 1 % розчину крохмалю і добре збовтують. У кожену пробірку додають по 10 крапель вазелінової олії для створення безкисневих (анаеробних) умов. Пробірки поміщають в термостат з температурою 37 °С на 1 год. Після години інкубації виймають обидві пробірки. У дослідну доливають 1 мл 10 % розчину ТХОК для денатурації ферментів і припинення ферментативної реакції.

Вміст обох пробірок відфільтровують у чисті пробірки (контроль і дослід). В обидві пробірки додають по 0,5 г оксиду кальцію і по 0,5 мл 20 % розчину сірчаноокислої міді для осадження вільних вуглеводів. Пробірки збовтують 1–2 хв і знову піддають фільтрації. З фільтратами виконують якісну реакцію на молочну кислоту, як описано у досліді 1.

У м'язовій тканині містяться всі ферменти, які супроводжують гліколітичні реакції. Тому, створивши анаеробні умови, рН 8,0, температуру 37 °С, отримаємо такий результат: у дослідній пробірці буде відбуватися гліколіз із утворенням молочної кислоти, на що вказуватиме інтенсивніша реакція з реактивом Уфельмана (більш оливковий колір розчину).

Лабораторне заняття №3

Ферментативний гідроліз жирів.

Визначення кетонових тіл у біологічних рідинах

Споживаючи жири рослинного і тваринного походження, організм людини синтезує свої, властиві організму жири. Передують цю-

му процесу ліполіз – гідролітичне розщеплення екзогенних ліпідів у шлунково-кишковому тракті на гліцерин і жирні кислоти під впливом ферментів ліпаз.

У порожнині рота жири не піддаються ніяким хімічним змінам. У шлунку продовжується розм'якшення і механічне подрібнення жирів. Невелика кількість шлункових ліпаз може розщеплювати лише емульгований жир (наприклад молоко у дитячому віці).

Основний розпад жирів відбувається у дванадцятипалій кишці за рахунок соку підшлункової залози – панкреатину, що містить ліпази, а також за участю жовчі печінки. До складу жовчі входять жовчні кислоти та їх солі, які володіють емульгувальними властивостями. Панкреатична ліпаза активується жовчю, і все це пришвидшує гідроліз жирів.

Гліцерин, як добре розчинний у воді, всмоктується мікрроворсинками кишківнику. Жирні кислоти у воді нерозчинні, тому їх активно транспортують жовчні кислоти у вигляді хіломікронів. По другий бік стінки кишківнику з гліцерину і жирних кислот синтезується жир, властивий організму. Для цього використовується енергія АТФ.

Вільний гліцерин вступає у такі перетворення: насамперед фосфорилується за участю АТФ, а далі фосфогліцерин окиснюється у фосфогліцериновий альдегід за участю НАД. Наступні перетворення пов'язані з отриманням енергії та утворенням кінцевих продуктів – CO_2 і H_2O . Окиснення фосфогліцеринового альдегіду відбувається аналогічно перетворенню фосфотріоз за схемою другої і третьої стадій гліколізу аеробного типу (через піровиноградну, а не молочну кислоти). Завдяки зворотності процесів, можливим є синтез глікогену з гліцерину.

Жирні кислоти, всмоктуючись у кров і потрапляючи в печінку, піддаються β -окисненню. Кінцевим продуктом β -окиснення є ацетил-коензим А. У процесі окиснення ацетил-коензиму А в циклі трикарбонових кислот утворюється енергія.

При інтенсивному окисненні жирів можуть, за умови гіпоксії, утворюватися такі кетоніві тіла: ацетооцтова кислота, β -гідроксимасляна кислота, ацетон. Вільні жирні кислоти і кетоніві тіла є одним з основних джерел енергії при довготривалій м'язовій роботі і під час відпочинку після фізичного навантаження.

Надмірне утворення кетонів у тканинах організму (кетоз) призведе до збільшення їх у крові – кетонемії, що супроводжується появою їх у сечі. Таке явище має назву кетонурія.

Мета: ознайомитися з процесами перетворення жирів у шлунково-кишковому тракті. Навчитися визначати активність ферментів ліпаз і проводити якісні реакції на кетоніві тіла.

Завдання для самостійної підготовки

1. Яка біологічна роль жирів?
2. Опишіть обмін жирів.
3. Охарактеризуйте β -окиснення жирних кислот.
4. Яка роль печінки в обміні жирів?
5. Розкрийте суть окиснення гліцерину і його зв'язку з гліколізом.
6. Ліполіз. Біологічна роль тканинного розпаду жирів, вплив гормонів і фізичних навантажень на процеси тканинного розпаду жирів.
7. Охарактеризуйте біосинтез жиру.
8. Як відбувається гідроліз і всмоктування жиру в шлунково-кишковому тракті? Роль ферментів у цих процесах.
9. Який кінцевий продукт β -окиснення жирних кислот? Взаємозв'язок обміну вуглеводів, жирів і білків.
10. Назвіть явища кетозу, кетонемії та кетонурії. Причини їх виникнення.
11. Фосфоліпіди, їх біологічна роль.
12. При яких фізичних навантаженнях жири є основним джерелом енергії для організму?
13. Яка роль нервової системи та гормонів у регуляції жирового обміну?

Наочні засоби

Таблиці:

1. Розпад жирів у шлунково-кишковому тракті.
2. Окиснення гліцерину.
3. Синтез нейтральних жирів.
4. β -окиснення жирних кислот.

Реактиви:

1. Підшлунковий сік.
2. Медична жовч.
3. Дистильована вода.
4. Спиртовий розчин фенолфталеїну.
5. Їдкий натр 10 % і 0,1 н.
6. Біологічна рідина з кетоновими тілами.
7. Реактив Люголя.
8. Ліпаза.

Обладнання:

1. Термостат.
2. Піпетки 1, 2, 5, 10 мл.
3. Пробірки.
4. Колби на 100 мл.
5. Мірні циліндри 50 мл (2).
6. Олівець для писання по склі.

ХІД РОБОТИ**1. Ферментативний гідроліз жирів.**

У чотири пронумеровані колби відміряють по 25 крапель (0,5 мл) рослинної олії. В першу та третю додають по 1 мл препарату ліпази, у другу – 1 мл перекип'яченого препарату ліпази. У третю та четверту колбу додають по 2 мл жовчі. Для вирівнювання об'єму у всі колбочки додають воду: в першу і другу по 3 мл, у третю – 1 мл і в четверту – 2 мл. Після цього в усі колби додають по 2 краплі фенолфталеїну і краплями розчин NaOH до появи слабо-рожевого забарвлення. Всі колби ставлять на 30 хв в термостат при температурі 38 °С. Кількість жирних кислот, що утворилися в результаті гідролізу, визначають титруванням 0,01 н. розчину NaOH до появи слабо-рожевого забарвлення. Активність ферменту виражають у мілілітрах 0,01 н. розчину NaOH, що були використані на титрування. Отримані результати порівнюють і записують висновки.

2. Виявлення кетонів у біологічних об'єктах.

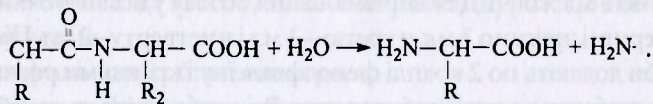
У пробірку наливають 2 мл досліджуваної рідини (сечі), 10 крапель 10 % розчину NaOH і 6 крапель реактиву Люголя. У лужному середовищі при взаємодії ацетону з йодом буде утворюватися йодоформ, який має різкий запах і випаде у вигляді жовтого осаду.

Лабораторне заняття №4

Ферментативний гідроліз білків в організмі людини

Перетворення білків відбувається у шлунково-кишковому тракту. У ротовій порожнині білки їжі не піддаються хімічним перетворенням, а лише механічно подрібнюються. Хімічні перетворення починаються у шлунку, стінки якого виділяють: пепсиноген і соляну кислоту (рН 1,5–2). Під впливом соляної кислоти пепсиноген перетворюється у активний пепсин, який гідролітично розщеплює внутрішні, розташовані далеко від кінців молекули пептидні зв'язки, головню між ароматичними амінокислотами. В результаті утворюються грубі фрагменти (пептони) і невелика кількість амінокислот. Від складних білків відділяється небілкова компонента. Соляна кислота також спричиняє набухання білків.

Пептони надходять в кишківник, де травлення їх відбувається вже не у кислому, а в лужному середовищі (рН7,8–8). У дванадцятипалій кишці на пептони діють трипсин і хемотрипсин, що виділяє підшлункова залоза. Активація їх відбувається під впливом специфічних ентерокиназ стінок кишківника. У результаті їх дії пептони перетворюються на низькомолекулярні полі- і дипептиди, які під впливом карбоксипептидаз, амінопептидаз та дипептидаз розщеплюються до амінокислот



Продукти травлення всмоктуються в тонкому кишківнику мікроросинками і потрапляють у кров. З кров'ю вони надходять у печінку, а потім у загальний метаболічний фонд крові, переносяться нею до тканин, а відтак беруть участь у процесах внутріклітинного обміну. Спрямованість внутріклітинного обміну (пластичні процеси – новоутворення клітинних структур, чи енергетичний обмін – дисиміляція до кінцевих продуктів) залежить від конкретних умов перебігу реакцій в клітинах і потреб організму. При м'язовій діяльності в клітині переважають процеси енергетичного обміну, у період відпочинку після роботи – пластичні процеси.

Дисиміляція амінокислот здійснюється за допомогою низки реакцій, найважливішими з яких є дезамінування, переамінування, декарбоксілювання, дегідрогенізації. Кінцевими продуктами цих процесів є вуглекислий газ, вода, аміак, сечовина. Аміак проходить певні перетворення в печінці, а саме: потрапляє в орнітиновий цикл і виводиться з організму із сечею у вигляді сечовини.

Виділення сечовини й аміаку з організму свідчить про інтенсивність білкового обміну. Збільшення виділення сечовини із сечею пов'язане із збагаченою білками дієтою або є результатом посиленого дезамінування амінокислот, амінів, азотових основ тощо. Окрім сечовини, із сечею можуть виділятися і амонійні солі.

Завдання для самостійної підготовки

1. Яка біологічна роль білків?
2. Охарактеризуйте синтез білка в організмі; азотовий баланс організму.
3. Опишіть розщеплення амінокислот в організмі (декарбоксілювання, дезамінування та переамінування).
4. Утворення сечовини в орнітиновому циклі печінки.
5. Охарактеризуйте взаємозв'язок обмінів білків, вуглеводів та жирів.
6. Білкове харчування в процесі посилених фізичних навантажень.
7. Як відбувається ферментативний гідроліз білків у шлунково-кишковому тракті? Які продукти гідролізу білків всмоктуються у кров?
8. Роль соляної кислоти та протеолітичних ферментів (пепсину, трипсину і хемотрипсину) у гідролізі білків.
9. Дайте пояснення основних етапів синтезу білка в організмі людини.
10. Охарактеризуйте позитивний та негативний азотовий баланс; складіть на основі цього добову потребу організму в білку, залежно від віку та фізичних навантажень.
11. Які кінцеві продукти розпаду амінокислот?
12. Що таке замінні та незамінні амінокислоти? Наведіть приклади неповноцінних харчових білків.

Наочні засоби

Таблиці:

1. Травлення білків у шлунково-кишковому тракті.
2. Синтез білка.
3. Перетворення амінокислот.
4. Орнітиновий цикл синтезу сечовини.

Реактиви:

1. Шлунковий сік.
2. Натрій двовуглекислий 10 %.
3. Сульфат міді 1 %.
4. Їдкий натр 10 %.
5. Сечовина 20 %.
6. Нінгідрин 0,1 % (розчин в ацетоні).
7. Оцтова кислота концентрована.

8. Баритова вода.

9. Фібрин, сечовина.

Обладнання:

1. Термостат.
2. Водяна баня.
3. Звичайні пробірки.
4. Піпетки на 1, 2, 5 мл.
5. Скляні палички.
6. Скляні лопатки.
7. Паперові фільтри.
8. Чашки Петрі.
9. Годинникове скло.
10. Індикаторний папір.

ХІД РОБОТИ

1. Гідроліз білка.

У три пронумеровані пробірки наливають по 1 мл шлункового соку. Вміст першої пробірки кип'ячать дві хвилини і охолоджують. Вміст другої пробірки нейтралізують 10 % розчином NaHCO_3 , додаючи 1 мл реактиву в пробірку (до рН 7). Потім в усі три пробірки кладуть по шматку фібрину і ставлять у термостат при температурі 38 °С на 20 хв. Відтак пробірки витягують і проводять біуретову

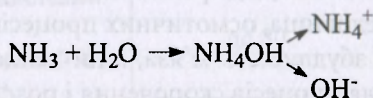
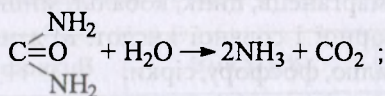
реакцію (додають у кожную пробірку по 1 мл 10 % NaOH та 3 краплі сірчанокислої міді). Висновки пояснюють і записують.

2. Відкриття амінокислот у поті.

Фільтрувальний папір стискають великим і вказівним пальцями так, щоб на ньому залишилися відбитки. Папір беруть пінцетом, змочують його 0,1 % розчином нінгідрину. Кладуть папір на чашку Петрі і ставлять у термостат при температурі 60 °С. Через 20–30 хв на місці відбитків утворюється червоно-фіалкова пляма, яка свідчить про наявність у поті амінокислот.

3. Гідроліз сечовини.

У пробірку наливають 2 мл 20 % розчину сечовини і додають 4 мл прозорої баритової води. На край пробірки поміщають зволожений індикаторний папір. Нагрівають. Спостерігається утворення продуктів реакції, про що засвідчує посиніння лакмусового паперу і помутніння баритової води



РОЗДІЛ 3

БІОХІМІЯ СПОРТУ

Лабораторне заняття № 1

Біохімічний аналіз м'язової тканини

М'яз володіє специфічною функцією – скороченням і розслабленням. Характерним для м'язової клітини є те, що вона містить специфічні скоротливі білки – до 45 %. Білки саркоплазми становлять близько 30 %, а білки строми – до 15 % від загальної кількості білка.

До небілкових речовин м'язів належать азотові та безазотові екстрактивні речовини, ліпіди і мінеральні речовини.

З катіонів у м'язах є калій, натрій, кальцій, магній, фтор; у невеликій кількості мідь, марганець, цинк, кобальт, миш'як тощо. З аніонів – найбільше фосфорної і соляної кислот. М'язи характеризуються високим вмістом калію, фосфору, сірки.

Різні іони, що є в м'язах, відіграють важливу роль у підтриманні сталості реакцій середовища, осмотичних процесів. Наприклад, іони натрію підвищують збудливість м'яза, іони калію, кальцію, магнію використовуються для процесів скорочення і розслаблення.

На частку м'язової тканини в організмі людини припадає 40–45 % ваги всього тіла. М'язи містять 72–80 % води і 20–28 % сухого залишку. Головна складова частина сухого залишку – білки. Вони становлять від 16,5 до 21 % від ваги м'яза.

У м'язах розрізняють:

а) структурні білки (скоротливі білки фібрил і білки м'язової строми – міостроміни);

б) білки саркоплазми, які становлять собою різні ферменти, що каталізують реакції обміну речовин у м'язі та блок міоглобін.

До структурних білків передусім належить міозин – скоротливий білок міофібрил, який, окрім структурної функції, володіє ще й ферментативними властивостями АТФ-ази і каталізує реакцію розщеплення АТФ до АДФ і неорганічного фосфату. Інший структурний білок – актин, є другим компонентом скоротливого апарату – актино-

міозину, де в його активному центрі відбувається взаємодія з голівкою міозину (так званий місток) за умови скорочення. Під час розслаблення активний центр актину заблокований тропонін-тропоміозиним комплексом, що складається із білків тропоніну та тропоміозину. Білки актинін та міостромін, становлять основу м'язової стромы і сарколеми (зовнішньої оболонки м'язового волокна).

Особливе місце серед м'язових білків займає хромопротеїд міоглобін, близький за своєю структурою до гемоглобіну крові. До того ж цей білок здатний приєднувати кисень набагато активніше, ніж гемоглобін. Накопичуючи кисень, який надходить з кров'ю, він слугує у м'язі запасним його резервуаром.

Фракційний склад білків скелетних м'язів (у % білкового азоту) наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Фракційний склад білків скелетних м'язів

№ з/п	Білкові фракції	Вміст, (%)	Відношення до розчинника
1	Білки саркоплазми: - міоген; - білки-ферменти; - міоглобін	до 30	розчинні у воді
2	Структурні білки м'язів: - міозин; - актин; - тропоміозин; - тропонін	до 50	розчинні у сольових розчинах (5% KCl)
3	Білки стромы: міостромін	до 10	нерозчинні у воді і сольових розчинах (KCl)

Речовини небілкової природи, які переходять у розчин (екстракт) після осадження м'язових білків, називаються екстрактивними. До них належать такі багаті енергією азотовмісні речовини: АТФ (основне джерело енергії м'язових скорочень), креатинфосфат (головний резерв макроергічних фосфорних груп, які використовуються для

ресинтезу АТФ), креатин (використовується для синтезу креатинфосфату), його ангідрид – креатинін, дипептиди: карнозин і ансерин (регулятори процесів гліколітичного і дихального ресинтезу АТФ), трипептид глутатіон (бере участь в окиснювальних процесах), кодегідрогенази (НАД і НАДФ), вільні амінокислоти та інші речовини.

До безазотових екстрактивних речовин, передусім, належить глікоген – резервний вуглевод м'язів (0,5–1,5 %). Із м'язового екстракту він може бути легко осаджений за допомогою спирту і виділений у чистому вигляді. Інші безазотові екстрактивні речовини становлять від 0,5 до 1,1 % ваги м'яза. Це глюкоза, гексозофосфорні ефіри, пірвіноградна і молочна кислоти тощо; сюди ж належать холестерин і фосфоліпіди, які не розчиняються у воді і можуть бути вилучені із подрібнених м'язів розчинниками жирів.

М'язи містять порівняно велику кількість мінеральних іонів (1–1,5 %). Найбільший вміст K^+ і PO_4^{3-} , трохи менше Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , ще менше Fe^{3+} і SO_4^{2-} .

Під впливом тренування у м'язах підвищується активність ферментів. Завдяки активації аеробних процесів посилюється синтез речовин, необхідних для роботи м'яза (АТФ і креатин фосфату), збільшуються запаси глікогену. Значно прискорюється синтез скоротливих білків міозину та актину, зростає буферна ємність крові та клітинної саркоплазми, зменшується кількість вільних жирів. Серед усіх біохімічних перетворень у м'язах, пов'язаних з тренуванням, найвагомішими є збільшення в них АТФ, креатинфосфату, ГТФ, ІТФ, що є джерелами енергії для м'язової роботи. Тренування посилює окисно-відновні процеси в м'язах, сприяє перебудові їх обміну в бік посилення аеробних процесів. Треновані м'язи можуть виконувати більш тривалу і напружену роботу з економнішими витратами енергоресурсів та меншим накопиченням молочної кислоти.

Підвищення вмісту креатину і креатинфосфату в м'язах, як кумулятивний ефект від систематичних тренувань, зумовлене високою інтенсивністю задіявання креатинфосфокіназного механізму як джерела енергії. Також це пов'язано з роллю креатинфосфату як переносія макроергів з мітохондрій до м'язових волокон. Ріст м'язової тканини, збільшення її маси, особливо об'єму, залежить не лише від підвищеного внаслідок тренувань протеїносинтезу, але й від збіль-

шення кількості води і мінеральних речовин у них, що призводить до підвищення динаміки водно-сольового обміну.

Підвищення процесів біосинтезу білків спричиняє такі морфологічні зміни в м'язовому волокні: потовщення міозинових та подовження актинових міофіламентів, збільшення нервових контактів з сарколемою, збільшення кількості мітохондрій, збільшення ємності буферних систем міоцитів, завдяки чому підвищуються насамперед анаеробні, а також аеробні енергетичні можливості м'язів.

Особливості біохімічних змін у м'язах залежать від характеру тренувань. Під час домінуючого тренування м'язів швидкими та короткочасними навантаженнями вони працюють за рахунок алактатного (креатинкіназного) чи лактатного (гліколітичного) механізмів ресинтезу АТФ. У процесі тренування м'язів довготривалими вправами ресинтез АТФ відбувається за рахунок аеробних процесів біологічного окиснення вуглеводів, жирів і навіть білків, які в такій самій послідовності залучаються в цикл Кребса та дихальний ланцюг мітохондрій.

Мета: навчитися проводити біохімічний аналіз м'язової тканини, вивчити хімічний склад скелетних м'язів і вияснити механізм та хімізм м'язового скорочення.

Завдання для самостійної підготовки

1. Яка будова міоцита?
2. Опишіть будову саркомера.
3. Назвіть типи м'язового волокна та м'язів.
4. Охарактеризуйте хімічний склад м'язів людини.
5. Опишіть фосфоровмісні речовини м'язів.
6. Назвіть макроергічні сполуки м'язів.
7. Яка роль іонів Ca^{2+} і Mg^{2+} у процесах м'язового скорочення?
8. За рахунок посиленого синтезу яких речовин відбувається робоча гіпертрофія м'язів?
9. Яка механіка м'язового скорочення (теорія ковзання і закручування)?
10. Опишіть хімізм м'язового скорочення і розслаблення.
11. Чи потрібна енергія для розслаблення м'язів? Якщо так, то навіщо?
12. Назвіть м'язовий білок, який володіє ферментативною здатністю.

13. Назвіть суттєві відмінності гіпотез Девіса і Хакслі.
14. На які макроергічні сполуки особливо багатий м'яз?
15. Охарактеризуйте гіпертрофію м'язів і причини, які її викликають.
16. Назвіть особливості обміну речовин серцевого м'яза порівняно зі скелетною мускулатурою.
17. Який вплив оздоровчої фізичної культури на біохімічні та функціональні показники м'язів людини?
18. Охарактеризуйте вплив гіпокінезії на біохімічний статус м'язів людини.

Наочні засоби

Таблиці:

1. Ультраструктура м'язів.
2. Будова міоцита.
3. Білки м'язової тканини.
4. Хімічний склад м'язів людини.
5. Хімізм скорочення та розслаблення м'язів.
6. Будова міозину.
7. Будова актину.
8. Будова саркомера при скороченні та розслабленні.

Реактиви:

1. Дистильована вода.
2. Їдкий натр 10 %.
3. Оцтова кислота 2 %.
4. Сірчана кислота 5 %.
5. Насичений розчин пікринової кислоти.
6. Реактив Уфельмана.
7. Молібденовокислий амоній 3 %.
8. Хлористий барій 1 %.
9. Хлористий калій 5 %.
10. Азотна кислота концентрована.

Обладнання і матеріали:

1. Водяна баня.
2. Фарфорова ступка.
3. Колби.

4. Марля.
5. Паперові фільтри.
6. Скляні палочки.
7. Пробірки.
8. Піпетки.
9. Олівець для писання по склі.

ХІД РОБОТИ

1. Якісне дослідження м'язових білків.

Підготовка матеріалу для дослідження: м'яз звільнити від жиру, сполучної тканини і добре подрібнити. Подрібнену кашку (6–8 г) помістити у фарфорову ступку, залити 30 мл дистильованої води і старанно розтерти товкачиком. Через 10 хв рідину профільтрувати через подвійний шар марлі в колбу і отримати водний білковий екстракт.

М'язову кашку, яка залишилася після фільтрування, перенести з марлевого фільтра у фарфорову ступку, залити 10–12 мл 5 % розчину хлористого калію, упродовж 2–3 хв розтирати і профільтрувати через паперовий фільтр в іншу колбу. Утвориться сольовий білковий екстракт. Одержані екстракти (водний і сольовий) використати для виконання лабораторних робіт.

2. Виявлення білкових фракцій м'язової тканини.

А. Білки саркоплазми.

У пробірку налити 2 мл водного екстракту і провести біуретову реакцію (до досліджуваної рідини додати 2 мл 10 % розчину їдкого натру і 2–3 краплі 2 % розчину сірчаноокислої міді).

Б. Структурні білки м'язів.

У пробірку налити 2 мл сольового екстракту і провести біуретову реакцію (до досліджуваної рідини додати 2 мл 10 % розчину їдкого натру і 2–3 краплі 2 % розчину сірчаноокислої міді).

У лужному середовищі за наявності солей міді білки дають червоно-фіалкове або синьо-фіалкове забарвлення. Реакція зумовлена пептидними зв'язками в білку, які утворюють з іонами міді солеподібні комплексні сполуки. Інтенсивність забарвлення залежить від кількості пептидних зв'язків. Свою назву біуретова реакція отримала від похідного сечовини – біурету, який також дає таку реакцію (див. лабораторну роботу № 6, розділ “Статична біохімія”).

3. Якісне визначення деяких екстрактивних і мінеральних речовин м'язів.

Отримання безбілкового екстракту: 15 мл водного екстракту підкислити 5 краплями 10 % розчину оцтової кислоти і нагріти до кипіння для осадження білків. Після цього рідину профільтрувати через паперовий фільтр у велику пробірку. В отриманому безбілковому фільтраті виявити екстрактивні речовини і мінеральні солі.

А. Виявлення креатину і креатиніну.

У дві пробірки налити по 1 мл безбілкового екстракту. В першу додати 1 мл 5 % розчину сірчаної кислоти і нагрівати впродовж 10 хв у киплячій водянній бані, після чого рідину профільтрувати і обережно нейтралізувати (за індикатором) 10 % розчином їдкого натру. Потім у дві пробірки налити по 3 мл 10 % їдкого натру і по 5–8 крапель насиченого розчину пікринової кислоти. В обох пробірках появляється помаранчево-червоне забарвлення, інтенсивніше у першій пробірці.

Креатин, який міститься у фільтраті першої пробірки, при нагріванні з кислотою перетворюється в креатинін, що приводить до його збільшення у фільтраті. У другій пробірці перетворення креатину в креатинін не відбувається. Креатинін, взаємодіючи з енольною формою пікринової кислоти, утворює пікрат креатиніну, який в лужному середовищі перетворюється в свою таутомерну форму і має помаранчево-червоне забарвлення. У кислому середовищі реакція проходить у протилежному напрямку і забарвлення зникає.

Б. Виявлення молочної кислоти.

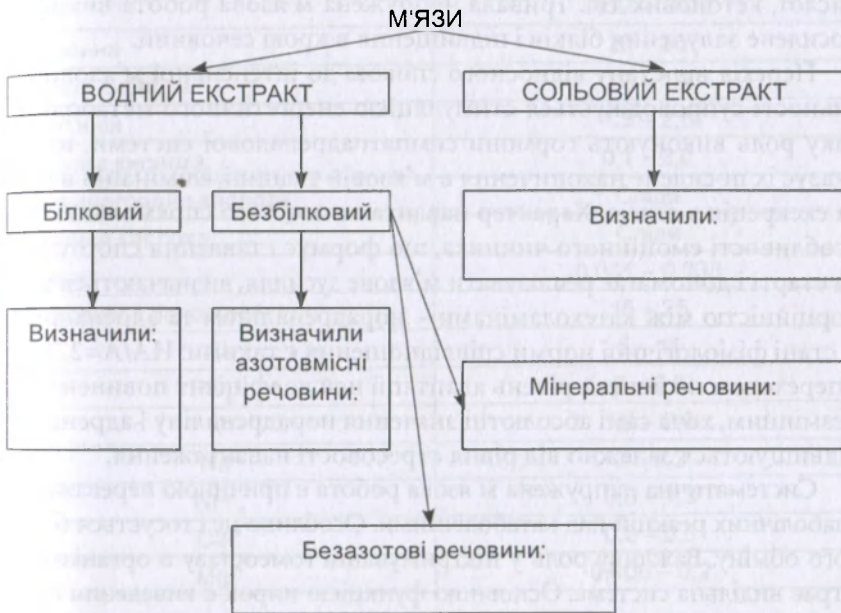
При взаємодії молочної кислоти з реактивом Уфельмана (100 мл 2 % розчину фенолу + 10 крапель хлористого заліза) виникає оливкове (зелено-жовте) забарвлення внаслідок утворення молочнокислого заліза.

У пробірку налити 1 мл реактиву Уфельмана і додати краплями водного безбілкового фільтрату. Фіалкове забарвлення реактиву Уфельмана поступово переходить у оливкове забарвлення молочнокислого заліза.

В. Виявлення мінеральних речовин м'язової тканини.

У першій пробірці виявляють фосфати м'язів. До безбілкового водного екстракту (1 мл) наливають 5–6 крапель азотної кислоти і 2 мл 3 % розчину молібденовокислого амонію, нагрівають. Спостерігають осад жовтого кольору.

У другій пробірці виявляють сульфати м'язової тканини. До безбілкового водного екстракту (1мл) додають 2 мл 1 % розчину хлористого барію. Спостерігають появу білого осаду. Результати записують у схему:



Лабораторне заняття № 2 Біохімічне дослідження сечі

М'язова діяльність призводить до багатьох змін в обміні речовин. Зміни відбуваються не лише у м'язах та органах, безпосередньо пов'язаних з забезпеченням фізичної роботи, але і в багатьох органах і тканинах організму. Посилюється транспортування кисню до органів і тканин, гармонізується робота нервової і гормональної систем організму, розширюються межі короткострокової та довготривалої адаптації. У м'язах і крові збільшується кількість продуктів анаеробного обміну (молочна кислота, неорганічний фосфор, креатин).

З підвищенням тривалості роботи в енергозабезпеченні м'язів беруть участь продукти розпаду жирів – жирні кислоти і кетонові тіла. Таким чином, посилюється мобілізація енергетичних ресурсів організму, що приведе до підвищення кількості в крові глюкози, жирних кислот, кетонових тіл. Тривала напружена м'язова робота викликає посилене залучення білків і підвищення в крові сечовини.

Перехід від стану відносного спокою до інтенсивної м'язової діяльності супроводжується стимуляцією енергетичного метаболізму. Таку роль виконують гормони симпатoadреналової системи, на що вказує їх посилене накопичення в м'язовій тканині, елімінація в кров та екскреція з сечею. Характер навантаження, його спрямованість та особливості емоційного чинника, що формує ставлення спортсмена на старті і допомагає реалізувати м'язове зусилля, визначаються пропорційністю між катехоламінами – норадреналіном та адреналіном. У стані фізіологічної норми співвідношення є такими: $HA/A=2$. Тому з переходом на вищий рівень адаптації цей коефіцієнт повинен бути незмінним, хоча самі абсолютні значення норадреналіну і адреналіну підвищуються залежно від рівня стресовості навантаження.

Систематична напружена м'язова робота є причиною переважання анаболічних реакцій над катаболічними. Особливо це стосується білкового обміну. Важливу роль у підтримуванні гомеостазу в організмі відіграє видільна система. Основною функцією нирок є виведення із організму кінцевих продуктів обміну речовин і підтримання постійності фізичних властивостей і хімічного складу крові (гомеостазу).

Біохімічне дослідження сечі має суттєве значення в спортивній практиці. Воно дозволяє спостерігати обмін речовин в організмі спортсмена та його реакцію на різноспрямовані фізичні навантаження.

За добу людина виділяє від 1,2 до 1,5 л сечі. Найбільше в сечі води, причому різного походження: введеної в організм з продуктами харчування та утвореної при окисненні органічних сполук.

У воді містяться розчинені кінцеві і проміжні продукти обміну білків, жирів та вуглеводів, а також мінеральні солі. Колір сечі залежить від вмісту в ній пігментів урохому, уробіліну тощо. Для якісного аналізу забирають ранкову порцію сечі натще. Спочатку визначають її фізичні показники (колір, запах, прозорість, питому вагу), потім хімічні (див. табл.3).

Таблиця 3

Хімічний склад сечі людини
(питома вага 1,010–1,025; рН 5,0–7,0)

Компоненти	Грамів на добу
Вода	1100 – 1600
Сечовина	20 – 30
Сечова кислота	0,3 – 1,2
Креатинін	1,5 – 2,5
Гіпурова кислота	0,1 – 2,0
Піровиноградна кислота	Сліди
Молочна кислота	Сліди
Індикан	0,001 – 0,038
Неорганічні речовини:	15 – 25
Cl ⁻	5 – 11
PO ₄ ³⁻	2 – 6,6
K ⁺	1,8 – 2,6
Na ⁺	3 – 5,2
NH ₄ ⁺	0,6 – 1,3
Ca ²⁺	0,2 – 0,3
Mg ²⁺	0,006 – 0,2

Питома вага сечі коливається в межах 1,010 – 1,025 г/см³ залежно від величини діурезу (сечовиділення і хімічного складу). Підвищення питомої ваги може бути зумовлене появою в ній незвичайних складових частин, зниження, насамперед, залежить від об'єму виділеної сечі.

Реакція сечі у звичайних умовах слабкокисло (рН 6,0–6,5). При вживанні м'яса у великій кількості вона стає ще кислішою, при рослинному харчуванні – слабколужною (рН 8,0). Інтенсивна м'язова діяльність спричиняє до різкого зсуву реакції сечі в кислий бік внаслідок виділення недоокиснених продуктів (молочна, піровиноградна, ацетооцтова кислоти тощо) та надміру амінокислот. У гірських умовах, а також при різних захворюваннях, реакція сечі може бути більш лужною. Звичайними складовими сечі є сечовина, креатинін, солі сечової і щавелевої кислот, іони Cl⁻, Na⁺, NH₄⁺, PO₄³⁻. Під час ін-

тенсивної м'язової діяльності вміст звичайних складових частин сечі збільшується, а також з'являються незвичайні метаболіти обміну:

- білок, який екскретується після значних фізичних навантажень і під час захворювання нирок;
- цукор, як наслідок значного збільшення його вмісту в крові (аліментарна гіперглікемія, пов'язана зі значним емоційним збудженням чи захворюванням на цукровий діабет);
- кетонові тіла, які екскретуються з сечею внаслідок неповного окиснення ліпідів у тканинах (при посиленій мобілізації жирової компоненти енергетичного обміну, за наявності рухової гіпоксії, в умовах гір, за нестачі вуглеводів у харчуванні, у хворих на цукровий діабет);
- жовчні пігменти і жовчні кислоти (при захворюваннях печінки);
- кров'яні пігменти – індикан, уробілін тощо (при посиленому руйнуванні еритроцитів в організмі).

Мета: вивчити хімічний склад сечі та навчитися проводити біохімічний аналіз сечі.

Завдання для самостійної підготовки

1. Назвіть складові частини сечі здорової людини.
2. Як змінюється реакція сечі залежно від складу їжі?
3. Чи залежить питома вага сечі від появи у ній цукру?
4. Які речовини можна виявити в сечі після інтенсивної м'язової роботи?
5. Чи можна робити висновки про рівень обміну речовин в організмі за появою незвичайних компонентів у сечі?
6. За якими показниками сечі можна аналізувати характер азотого балансу?
7. Поясніть механізм спортивної альбумінурії.
8. Про що засвідчує явище глюкозурії?
9. Що таке кетоз, кетонемія та кетонурія?
10. Як змінюється питома вага сечі за умови наявності в ній цукру?
11. Який вплив емоційного навантаження на біохімічний склад сечі людини?
12. Як зміняться кількісні біохімічні характеристики під впливом фізичних вправ з обраного виду спорту?

13. Яка різниця в екскреції креатиніну під впливом навантаження у молодих спортсменів (19–22 роки) порівняно зі старшими спортсменами?
14. Поява яких біохімічних параметрів у сечі може мати аліментарне походження?

Наочні засоби

Таблиці:

1. Хімічний склад сечі здорової людини.
2. Типи енергозабезпечення при м'язовій роботі.
3. Швидкість відновлення біохімічних показників після м'язової роботи різного характеру, обсягу та інтенсивності.

Реактиви:

1. Їдкий натр 10 %.
2. Насичений розчин пікринової кислоти.
3. Азотна кислота 5 %.
4. Молібденовокислий амоній 3 %.
5. Насичений розчин щавелевокислого амонію.
6. Сульфосаліцилова кислота 20 %.
7. Реактив Фелінга (ФІ – NaOH + ФІІ – Cu SO₄).
8. Оцтова кислота 80 %.
9. Нітропрусид натрію 10 %.
10. Аміак концентрований.

Обладнання і матеріали:

1. Біологічний матеріал (сеча).
2. Фарфорові горнята для забору сечі.
3. Мірні циліндри на 50 мл.
4. Штативи з пробірками.
5. Спиртівки.
6. Паперові фільтри.
7. Уринометри.
8. Універсальний індикаторний папір.

ХІД РОБОТИ

1. Визначення таких фізичних показників у сечі: кольору, прозорості, запаху та питомої ваги.

У мірний циліндр об'ємом 50 мл наливають досліджувану сечу. Колір і прозорість визначають візуально, використовуючи таку термінологію: безбарвна, світло-жовта, шафраново-жовта, жовто-рожева, кроваво-червона, червоно-бура, бура, зеленувато-бура; прозора, мутнувата, мутна. Запах може бути нормальний, аміачний, плодовий (за наявності ацетону) тощо.

Питому вагу визначають за допомогою уринометра. Уринометр опускають в циліндр з сечею (на поверхні її не повинно бути піни) так, щоб він не торкався стінок циліндра, і проводять відлік на шкалі за нижнім меніском. Питома вага сечі здорової людини коливається від 1,01 до 1,03.

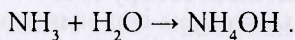
2. Виявлення складових компонентів сечі здорової людини.

А. Визначення рН сечі.

У сечу занурюють універсальний індикаторний папір: почервоніння свідчить про кислоту, а посиніння – про лужну реакції. Для точнішого визначення реакції використовують універсальний індикаторний папір, який змінює своє забарвлення залежно від активної реакції середовища. До паперу прикладається шкала, за якою і визначають рН сечі.

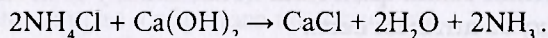
Б. Відкриття солей амонію в сечі.

У пробірку наливають 2 мл сечі, додають 4 краплі вапняного молока $\text{Ca}(\text{OH})_2$ і злегка нагрівають, закріпивши за верхній край пробірки зволожений у воді універсальний індикаторний папірець. Через деякий час він синіє, бо аміак розчиняється у воді змоченого індикаторного папірця, перетворюючись у аміачну воду NH_4OH , що має лужний характер



В. Відкриття сечовини в сечі.

У пробірку наливають 2 мл сечі, додають 6 крапель 10 % розчину NaOH і обережно кип'ятять. За верхній край пробірки закріплюють зволожений водою індикаторний папірець. При гідролізі сечовини виділяється аміак, який і спричиняє посиніння зволоженого індикаторного паперу



Г. Відкриття креатиніну в сечі.

У пробірку наливають 1 мл сечі, додають 4 краплі 10 % розчину NaOH і стільки ж насиченого розчину пікринової кислоти. Появляється яскраве помаранчеве забарвлення, що вказує на наявність креатиніну.

Д. Відкриття фосфатів у сечі.

У пробірку наливають 1 мл сечі, підкислюють її 2–3 краплями азотної кислоти, додають 2 мл 3 % розчину молібденовокислого амонію і нагрівають. Поступово утворюється жовтий осад фосфорномолібденовокислого амонію.

Е. Відкриття іонів кальцію в сечі.

У пробірку наливають 2 мл сечі і додають 4 краплі насиченого розчину щавелевокислого амонію. Відразу випадає осад щавелевокислого кальцію.

3. Виявлення незвичайних складових частин сечі.*А. Відкриття білка в сечі.*

В нормі білок у сечі відсутній. Він появляється в ній після значних фізичних напружень (спортивна альбумінурія), а також при захворюваннях нирок і сечовидільних шляхів. Виявляють білок двома способами.

1. Проба з концентровано азотною кислотою.

У пробірку наливають 2–3 мл концентрованої HNO_3 і обережно, по стінці, нашаровують за допомогою піпетки такий же об'єм сечі. За наявності білка в сечі на межі рідин утвориться мутне біле кільце.

2. Проба з сульфосаліциловою кислотою.

У пробірку наливають 5 мл сечі і додають 10 крапель 20 % розчину сульфосаліцилової кислоти. За наявності білка в сечі появляється осад або помутніння. Реакція двічі чутливіша, ніж попередня.

Б. Відкриття глюкози в сечі.

Сеча здорової людини містить незначну кількість глюкози. Підвищення кількості глюкози в сечі може спостерігатися тоді, коли вміст її в кров'яному руслі перевищує 8–9 ммоль/л. Тому ця величина називається “нирковим порогом глюкози”.

У пробірку наливають 2 мл профільтрованої (якщо лужна) сечі, додають 1 мл реактиву Фелінга I і 1 мл реактиву Фелінга II. Нагрівають. За наявності цукру при кипінні суміш перетворюється із голубого у цегляно-червоне забарвлення закису міді Cu_2O .

В. Відкриття кетонових тіл у сечі.

В нормі добова сеча містить 20–50 мг кетонових тіл. Кетонурія спостерігається при голодуванні, надмірному вживанні жирів, різкому послабленні серцевої діяльності та при надмірних фізичних навантаженнях. Кетонові тіла появляються в сечі при порушенні повного окиснення ліпідів у тканинах.

У пробірку наливають 10 мл сечі, додають 1 мл 80 % розчину оцтової кислоти і 0,5 мл свіжоприготовленого 10 % розчину нітропрусиду натрію. Тоді обережно нашаровують 2 мл концентрованого аміаку. За наявності в сечі кетонових тіл на межі рідин утворюється фіалкове кільце.

Лабораторне заняття № 3

Визначення неорганічного фосфору в сечі

Вивчаючи матеріал цієї теми, необхідно пам'ятати, що невеликий вміст АТФ у м'язах (0,25–0,40 % від їхньої маси), висока швидкість витрат (усього запасу АТФ вистачає на декілька сильних скорочень), втрата м'язами здатності до скорочення і розслаблення при значному зниженні концентрації АТФ, висувають високі вимоги до процесів, що забезпечують поповнення її запасів. Під впливом тренування ненабагато підвищується загальний вміст АТФ у м'язах, але в розрахунку на одиницю ваги він залишається постійним. Підвищення м'язової працездатності зумовлене, насамперед, удосконаленням процесів, які відновлюють запас АТФ у м'язах. Процеси, які здійснюють ресинтез АТФ, можуть бути охарактеризовані за допомогою декількох показників: максимальної потужності, метаболічної ємності, енергетичної ефективності.

Під максимальною потужністю процесу розуміють найбільшу кількість енергії, яка може бути отримана для ресинтезу АТФ у цьому процесі за одиницю часу.

Метаболічна ємність – це загальна кількість енергії, яка може бути звільнена при розпаді певного енергетичного джерела аж до вичерпання можливостей його мобілізації в певних умовах.

Ефективність біохімічного процесу характеризується відношенням кількості енергії, використаної для виконання механічної роботи, до загальної кількості звільненої енергії.

Аеробний процес – основний спосіб енергозабезпечення живих організмів. Він характеризується широким колом субстратів окиснення (вуглеводів, ліпідів, продуктів білкового обміну). Під час його перебігу не нагромаджуються токсичні продукти обміну. Його ефективність дуже висока. Однак багатостадійність цього процесу та складний шлях транспортування кисню до тканин роблять аеробний процес обмеженим за максимальною потужністю. Найбільша швидкість ресинтезу АТФ в аеробних реакціях у добре тренованих спортсменів, які виконали попереднє розминання, досягається у м'язах не раніше, ніж через хвилину високоінтенсивного навантаження та після другої хвилини від початку невисокоінтенсивної м'язової роботи.

Анаеробні процеси, які включають меншу кількість проміжних реакцій, ніж аеробні, і не залежать від швидкості надходження кисню, мають більш високу швидкість і більшу максимальну потужність. Однак їх метаболічна ємність, яка залежить від величини запасів креатинфосфату і глікогену, а також від стійкості організму до дії продуктів анаеробного обміну, значно поступається ємності аеробного процесу.

Вивчаючи цю тему, необхідно виявити особливості кожного біохімічного шляху ресинтезу АТФ, чинники, які лімітують розгортання, максимальну потужність, метаболічну ємність і їх ефективність. При цьому слід зауважити зміну ефективності аеробного процесу, залежно від функціонального стану організму, за рахунок зміни ступеня спряження окиснення і фосфорилювання у дихальному ланцюгу мітохондрій.

У енергозабезпеченні будь-якої м'язової роботи беруть участь, зазвичай, всі основні реакції ресинтезу АТФ (креатинфосфокіназна, міокіназна, гліколітична, окиснювально-фосфорилувальна), але співвідношення між ними при виконанні різних фізичних навантажень різне. Слід визначити те коло фізичних навантажень, в яких кожний із способів ресинтезу АТФ відіграє важливу роль, залежно від зон відносної потужності (максимальної, субмаксимальної, великої та помірної).

Що стосується показника, який визначається у роботі фосфору неорганічного, то необхідно звернути увагу на його значення в оцінюванні швидкості включення будь-якого механізму енергозабезпечення, оскільки він накопичується в м'язах і виводиться з організму внаслідок

розпаду АТФ незалежно від його походження (алактатного – креатинкіназного та лактатного – гліколітичного анаеробних чи аеробного – дихального фосфорилування) під дією будь-яких фізичних навантажень. З цієї причини фосфор неорганічний є опосередкованим універсальним критерієм енергетичної вартості виконаної вправи.

Мета: знати аеробні та анаеробні шляхи ресинтезу АТФ і їх взаємозв'язок з енергозабезпеченням м'язової роботи. Вміти якісно визначити неорганічний фосфор у сечі.

Завдання для самостійної підготовки

1. Поняття про потужність, ємність і ефективність процесів, що забезпечують ресинтез АТФ.
2. Назвіть аеробні і анаеробні шляхи ресинтезу АТФ при м'язовій діяльності.
3. Поясніть ресинтез АТФ креатинфосфокіназною реакцією (наведіть приклади фізичних вправ, де переважає цей тип реакції).
4. Охарактеризуйте міокіназну реакцію і її роль у підтриманні сталої концентрації АТФ у м'язах.
5. Опишіть ресинтез АТФ у процесі гліколізу. Ефективність і особливості гліколітичного процесу при м'язовій роботі.
6. Поясніть ресинтез АТФ у процесі окиснювального фосфорилування.
7. Які умови забезпечення тканин киснем і ефективність процесів аеробного ресинтезу АТФ?
8. Назвіть взаємозв'язок між аеробним і анаеробним процесами у м'язах.
9. Як змінюється екскреція неорганічного фосфору під впливом змагальних навантажень з обраного виду спорту?
10. Як організувати біохімічне обстеження спортсмена, щоб оцінити ступінь тренуваності за показником екскреції неорганічного фосфору?
11. Як використати показник екскреції фосфору неорганічного для оцінювання стану відновленого організму після виконаного навантаження?
12. Які є джерела накопичення неорганічного фосфору в організмі, що викликає їх понаднормову екскрецію?

13. З обміном якого хімічного елемента тісно пов'язаний обмін неорганічного фосфору?
14. Яка участь неорганічного фосфору в побудові ергогенних сполук?

Наочні засоби

Таблиці:

1. Потужність, ємність та ефективність різних джерел ресинтезу АТФ.
2. Склад сечі здорової людини.
3. Фосфоровмісні макроергічні сполуки.
4. Гетерохронність біохімічної реституції енергосубстратів.

Реактиви:

Набір реактивів для визначення неорганічного фосфору:

1. Молібденова суміш – реактив А (25 г молібденовокислого амонію і 300 мл води), реактив В (150 мл концентрованої сірчанної кислоти і 250 мл води).
2. Аскорбінова кислота (250 мг розчинити у 25 мл 0,1н. HCl).

Обладнання і матеріали:

1. Біологічний матеріал (сеча).
2. Піпетки.
3. Дозатори піпеточні.
4. Фарфорові горнята для забору сечі.
5. Фотоелектроколориметр.

ХІД РОБОТИ

У мірній колбі 0,5 мл сечі розводять дистильованою водою до 50 мл. Звідси набирають 2 мл, додають 1 мл молібденової суміші ("А" – 3 мл + "Б" – 2 мл) і 2 мл аскорбінової кислоти. Через 10 хв колориметрують на ФЕКу (при 560 нм – червоний світлофільтр) і визначають фосфор за калібрувальною кривою методом Белла–Дойзі–Бріггса. Результат калібрувальної кривої множать на 0,0229 і отримують г % P_2O_5 , а потім перераховують на добовий діурез. У нормі екскреція фосфору неорганічного становить 1–5 г P_2O_5 з сечею на добу.

Нульову відмітку встановлюють за компенсаційною рідиною, яка містить 2 мл H_2O , 1 мл молібденового реактиву і 2 мл аскорбінової кис-

лоти. Підвищений вміст фосфору в сечі, окрім як наслідок після фізичних навантажень, буває при лейкемії, інфекційних захворюваннях, знижені результати спостерігають у дітей при захворюванні на рахіт.

Лабораторне заняття № 4

Визначення сечовини в сечі

Процеси, які відбуваються в організмі після роботи, полягають в утилізації нагромаджених під час роботи продуктів розпаду і поповнення запасів використаних речовин. Передусім відновлюються ресурси креатинфосфату, потім вміст глікогену в таких життєво важливих органах: головному мозку, серці, пізніше – в скелетних м'язах і печінці. Значно повільніше відновлюються запаси ліпідів і найпізніше – білки. Новоутворення використаних під час роботи речовин відбувається з перевищенням вихідного доробочого рівня. Така особливість відновних процесів називається суперкомпенсація (надвідновлення). Суперкомпенсація – це тимчасове явище, при повному відновленні після роботи воно зникає. За правилом Енгельгардта, висота суперкомпенсаторного піку обернено пропорційно залежить від глибини витрат енергоресурсів під час подолання навантаження. Причиною виникнення суперкомпенсації є посилене утворення деяких метаболітів і гормонів під час роботи та після неї, що впливає на активність ферментів, особливо тих, які стимулюють аеробні окиснювальні й анаболічні (синтетичні) процеси. У період відпочинку ці метаболіти і гормони руйнуються не зразу, а деякий час продовжують циркулювати в крові, активність ферментів також залишається підвищеною. У результаті інтенсивність ресинтезу АТФ у процесах окиснювального фосфорилування після роботи залишається високою, що за відсутності витрат енергії на м'язову діяльність створює сприятливі умови для перебігу біосинтетичних реакцій. Джерелом енергії для реакцій ресинтезу креатинфосфату і глікогену стає окиснення утвореної під час роботи молочної кислоти, мобілізованої з печінки глюкози та ліпідів із жирових депо. Окиснення цих речовин потребує додаткової (порівняно з рівнем у стані відносного спокою) кількості кисню, спожитого в період відновлення після роботи. Це

післяробоче кисневе споживання отримало назву “оплата кисневого боргу”. Насамперед відбувається ліквідація алактатної, потім лактатної анаеробної компоненти, а потім усувається аеробний кисневий борг. Ці процеси підпорядковуються принципу гетерохронності біохімічної реституції. Тобто відновлення енергоресурсів, що використовувались для ресинтезу АТФ, відбувається у тій самій послідовності, як і відбувалось їх залучення під час роботи м’язів, а саме: спочатку відновлюється креатинфосфат, потім глікоген і найпізніше – білки.

Як уже зазначалось, відновлення зруйнованих під час роботи білків відбувається порівняно повільно. Зазвичай саме синтез білків лімітує відновлення працездатності після тренування або участі в змаганнях. У зв’язку з цим показники білкового обміну можуть мати цінну інформацію про важливість для організму виконаної м’язової роботи, про темпи відновлення. Одним із таких параметрів, який широко використовують у спортивній практиці, є сечовина. Сечовина – це головний азотовмісний продукт метаболізму білків, нуклеїнових кислот і мононуклеотидів (включно з АТФ).

Ступінь збільшення вмісту сечовини в крові та збільшення його екскреції з сечею під впливом фізичного навантаження є універсальним показником або біохімічним маркером втоми (у такому випадку сечовину вимірюють через 1,5–2 год після закінчення роботи). Підвищений порівняно з нормою вміст сечовини в крові та сечі на пізніх стадіях відновлення (наприклад, вранці наступного дня після тренування або змагання) засвідчує про недостатню швидкість перебігу відновних процесів. Повернення цього показника до норми вказує на завершення відновних реакцій і стабілізацію білкового обміну.

Під втомою розуміють тимчасову втрату працездатності, викликану напруженою роботою. Втома становить собою порушення якої-небудь ланки в єдиній взаємозв’язаній системі органів і фізіологічних функцій, які забезпечують виконання певного виду роботи. У більшості випадків втома розглядається як комплексне явище, при якому причиною зниження працездатності може бути вихід з ладу одного з компонентів у складній взаємозв’язаній системі органів і функцій організму, чи порушення взаємозв’язку між ними. Залежно від умов м’язової діяльності й індивідуальних можливостей організму, провідну роль у розвитку втоми може брати на себе будь-який

орган чи функція, можливості яких в певний момент роботи стають неадекватними вимогам навантаження. Тому першопрчиною втоми може стати і зниження енергетичних ресурсів організму, і зменшення активності ключових ферментів внаслідок накопичення продуктів метаболізму, і зміни нервової чи гормональної функцій тощо.

Розрізняють дві форми втоми: швидко розвинута і повільно наростаюча. В обох випадках втоми виникають біохімічні зміни в м'язах, які характеризуються зниженням АТФ, КрФ і глікогену, однак ці зміни неспецифічні. Специфічним для обох форм втоми в м'язах є зниження активності АТФ-ази міозину і можливостей виділення та вбирання Ca^{2+} саркоплазматичним ретикулумом. До цих змін приєднуються зміни провідності в нервово-м'язовому синапсі через нестачу АТФ як джерела енергії.

У недовідновленому м'язі неекономно витрачається глікоген м'язів та печінки, пригнічуються процеси дихального фосфорилування, що призводить до накопичення молочної кислоти. У невідновлених м'язах підвищується концентрація аміаку за рахунок реакцій дезамінування амінокислот. В умовах втоми послаблюється функція печінки щодо синтезу нових сполук у крові, окрім молочної кислоти, накопичується сечовина – кінцевий продукт білкового енергетичного обміну, а саме розпаду амінокислот.

При втомі пригнічується діяльність залоз внутрішньої секреції, що призводить до зменшення вироблення гормонів і до зниження активності ферментів. У стані втоми проявляється посилення гліколізу та глікогенолізу, що супроводжується закисненням внутрішнього середовища і порушенням гомеостазу. Підвищений катаболізм білків спричиняє до збільшення концентрації сечовини в крові. Ураховуючи те, що включення білків в енергетичний обмін для забезпечення ресинтезу АТФ відбувається тільки після виснаження вуглеводного та значної мобілізації ліпідів сечовину називають універсальним критерієм втоми і застосовують як найважливіший біохімічний чинник під час моніторингу м'язової діяльності спортсменів.

Мета: охарактеризувати біохімічні зміни в організмі при втомі залежно від потужності і тривалості м'язової роботи та в період відпочинку. Навчитися визначати екскрецію сечовини з сечею за допомогою експрес-методики фотокалориметрично.

Завдання для самостійної підготовки

1. Дайте визначення поняття “втома”.
2. Які біохімічні процеси відбуваються в м’язах під час тривалого фізичного навантаження?
3. Які біохімічні зміни відбуваються в залозах внутрішньої секреції та органах (печінка, нирки, нервова система)?
4. Дайте характеристику втоми у зоні максимальної відносної потужності.
5. Охарактеризуйте втому у зоні субмаксимальної відносної потужності.
6. Дайте характеристику втоми у зоні великої відносної потужності.
7. Дайте характеристику втоми у зоні помірної відносної потужності.
8. Яка спрямованість біохімічних перетворень в організмі у період відпочинку після м’язової роботи?
9. Опишіть явище суперкомпенсації, його причини.
10. Розкрийте суть правила Енгельгардта.
11. Який принцип гетерохронності біохімічної реституції?
12. Як змінюється екскреція сечовини у спортсменів після фізичних навантажень різного характеру та інтенсивності?
13. Чому сечовину вважають інтегральним показником втоми?
14. Як змінюється показник втоми в стані перетренованості?
15. Які тести необхідно провести, щоб визначити показник сечовини, який характерний для спортсменів обраного Вами спорту?

Наочні засоби**Таблиці:**

1. Біохімічна характеристика фізичних вправ з різних зон відносної потужності: максимальної, субмаксимальної, великої та помірної.
2. Типи відновлення: поточне, термінове, відкладене, кумулятивне.
3. Різновиди тренувальних ефектів.
4. Фазний характер відновних процесів.
5. Явище суперкомпенсації.

Набір реактивів для визначення сечовини.

1. Розчин тіосемикарбазиду.
2. Розчин діацетилмонооксиму.
3. Калібрувальний розчин сечовини.
4. Фізіологічний розчин NaCl 0,9 %.
5. Сірчана кислота концентрована.

Обладнання і матеріали:

1. Досліджуваний біологічний матеріал (сеча).
2. Водяна баня.
3. Фарфорові горнята для забору сечі.
4. Піпетки.
5. Пробірки звичайні.
6. Фольга або корки.
7. Таймер.
8. Маркер.
9. Фотоелектроколориметр.

ХІД РОБОТИ

Сечу перед аналізом необхідно розвести в 50 разів, помножити отриманий результат на коефіцієнт розведення (50). Для цього в мірний циліндр (50 мл) набираємо 1 мл сечі і доливаємо до мітки 50 дистильовану воду. У пробірку відміряємо послідовно, відповідно до таблиці 4, біологічну рідину і робочі розчини за мікро- або макровизначенням (на вибір).

Таблиця 4

Розподіл хімічних розчинів за мікро- та макровизначенням

Відміряти у пробірку, мл	Мікровизначення			Макровизначення		
	Проба					
	Дослідна	Калібрув.	Холоста	Дослідна	Калібрув.	Холоста
Біологічна рідина	0,01	-	-	0,02	-	-
Фізіологічний р-н	-	-	0,01	-	-	0,02
Калібрувальний р-н	-	0,01	-	-	0,02	-
Р-н тіосемикарбазиду	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00
Р-н діацетилмонооксиму	1,00	1,00	1,00	2,00	2,00	2,00

Пробірки закривають ковпачками, перемішують вміст і одночасно поміщають у бурхливо киплячу водяну баню на 10 хв. Потім пробірки швидко охолоджують під проточною водою. Вимірюють оптичну щільність дослідної проби і калібрувальної проти холостої проби. Забарвлення стабільне протягом 15 хв. Фотометрування здійснюють при довжині хвилі (540 – 560) нм у діапазоні (0 – 1,0) од. опт. щільності та довжині оптичного шляху 10 мм.

Якщо після нагрівання розчин у пробірці з дослідною пробєю мутний, то його центрифугують протягом 5 хв або депротеїнують розчином ТХОК. Розрахунок концентрації сечовини проводять за формулою

$$C = E_{\text{досл.}} / E_{\text{кал.}} \cdot 16,65 ,$$

де С – концентрація сечовини в пробі, ммоль/л;

16,65 – калібрувальна концентрація сечовини, ммоль/л;

E досл. – оптична щільність дослідної проби, од. опт. щільності;

E кал. – оптична щільність калібрувальної проби, од. опт. щільності.

Нормальні величини:

у сироватці крові (1,7–8,3) ммоль/л, (10–50) мг/дкл;

у сечі (333–563) ммоль/добу, (20–35) г/добу.

Лабораторне заняття № 5

Визначення креатиніну в сечі

Тренування спричиняють термінові, віддалені і кумулятивні біохімічні адаптивні зміни. Термінові зміни – це ті біохімічні зсуви, які відбуваються під час виконання роботи і можуть бути виявлені після її закінчення. Віддаленими називаються адаптивні зміни, які відбуваються на пізніших стадіях відновлення після роботи. Центральним ланцюгом відкладеного ефекту тренувань є суперкомпенсація енергетичних джерел і структурних компонентів клітини.

Кумулятивні зміни виникають як результат нашарування слідів багатьох тренувальних занять. Вони полягають у нагромадженні легкодос-

тупних для використання в роботі енергетичних субстратів, збільшенні кількості ферментів, підвищенні буферної ємності і стійкості організму до утворення надлишку недоокиснених продуктів обміну, посиленні синтезу речовин, які становлять основу клітинних структур (білків, ліпідів), удосконаленні регуляторних систем організму, якщо повторне навантаження припадає на фазу суперкомпенсації. Кумулятивні зміни мають яскраво виражений специфічний характер. Найзначнішими вони є в тих органах і тканинах, які беруть активну участь у виконанні певного виду фізичної роботи. За умови правильної побудови тренуваного процесу, кумулятивні зміни забезпечують підвищення функціональних можливостей організму і “економізацію” реакції організму у відповідь на навантаження. Незначні біохімічні зсуви під час виконання роботи призводять до менш вираженої суперкомпенсації, тому кумулятивні зміни, які прогресують, можуть бути лише при поступовому збільшенні навантажень, які найвигідніше збільшувати, починаючи наступний мікроцикл тренувань на стадії суперкомпенсації. Тренування витривалості загалом чи підготовку витривалості до подолання змагальних навантажень забезпечують шляхом планування мікроциклів впродовж певного періоду підготовки на стадії неповного відновлення. Окремі мікроцикли мають на меті забезпечити не приріст тренуваної функції, а доведення спортивного навичку до автоматизму. Тоді наступні мікроцикли навантажень планують на тлі повного відновлення від попередніх.

Для спостереження за адаптацією спортсменів до фізичних вправ застосовують стандартні навантаження (Гарвардський степ-тест, строго дозовані велоергометричні проби) та максимальні навантаження до відмови (наприклад, велоергометрична проба “Vita maxima”). При виконанні стандартного навантаження, однаково доступного і тренуваному, і нетренуваному, біохімічні зміни в організмі першого будуть нижчими (менше підвищення креатиніну, молочної кислоти, фосфору, сечовини тощо), ніж у другого (більше підвищення креатиніну, молочної кислоти, фосфору, сечовини тощо). Під час виконання максимальних навантажень з результатом, що дорівнює особистому рекорду, у тренуваних спортсменів ступінь біохімічних змін у тканинах, крові та сечі спостерігають значно вищий, ніж у нетренуваних осіб.

Що стосується показника креатиніну і його значення в процесі моніторингу адаптаційних змін, то його роль є подвійною. Насам-

перед значення креатиніну (дегідратований креатин), як продукту розпаду КрФ, що є визначальним в зоні максимальної потужності джерелом ресинтезу АТФ, використовують для спостереження за формуванням, розвитком та удосконаленням швидкісних і силових фізичних якостей спортсменів. Водночас креатин відіграє роль переносія макроергів від мітохондрій до міофібрил, чим забезпечує поповнення запасів АТФ аеробним шляхом (у дихальному ланцюгу мітохондрій) впродовж довготривалого навантаження. Таким чином, за змінами між фоновими та післятестовими показниками кінцевого метаболіта креатинфосфатного обміну макроергів – креатиніну, залежно від критерію часу тривалості вправи, можна давати оцінку як змісту анаеробних алактатних зусиль, від яких залежить прояв швидкості і сили, так і обсягу аеробних адаптаційних ефектів, що визначають загальну витривалість до довготривалих фізичних навантажень.

Мета: опанувати теоретичні засади біохімічного змісту адаптації та принципів спортивних тренувань при підготовці усіх рухових якостей: швидкості, сили, витривалості та їх різновидів. Навчитися визначити вміст креатиніну в сечі на фотоелектроколориметрі та вміти інтерпретувати дані біохімічного моніторингу.

Завдання для самостійної підготовки

1. Який біохімічний зміст спортивних навантажень, адаптації, тренувальних ефектів?
2. Які Ви знаєте закономірності адаптаційних біохімічних змін у процесі тренування сили, швидкості та різновидів витривалості?
3. Охарактеризуйте “терміновий”, “відкладений” і “кумулятивний” тренувальні ефекти.
4. Опишіть біохімічні особливості взаємодії тренувальних ефектів від повторних навантажень (принцип повторності і регулярності), які виконуються:
 - а) у період повного відновлення від попередніх навантажень;
 - б) у період різних стадій неповного відновлення;
 - в) у період суперкомпенсації.
5. Поясніть біохімічне обґрунтування правильного співвідношення роботи і відпочинку в процесі тренування та принцип циклічності.

6. Опишіть біохімічне обґрунтування поступового збільшення спортивного навантаження – принцип надобтяження.
7. Який взаємозв'язок закономірностей біохімічної адаптації з дидактичним принципом побудови тренувального процесу?
8. Опишіть послідовність біохімічних змін в організмі під час тренування, розтренування та перетренування.
9. Яка біохімічна характеристика натренованого організму?
10. Охарактеризуйте особливості тренування в умовах природної та штучної гіпоксії.
11. Поясніть біохімічну роль показника креатиніну під час оцінювання короткотривалих та довготривалих ефектів адаптації.
12. Як пов'язані “термінові” ефекти тренування з показником креатиніну?
13. Які “кумулятивні” зміни у спортсменів можна спостерігати за показником креатиніну?
14. Що таке гіпер- та гіпокреатинурія? Причини, що їх супроводжують.
15. Коли настає стадія суперкомпенсації КрФ-азної реакції?
16. Що таке креатинові навантаження? Коли їх застосовують і з якою метою?
17. Як вплинуть постійні навантаження у зоні максимальної потужності на показник КрФ м'язів?

Наочні засоби

Таблиці:

1. Принципи спортивних тренувань.
2. Типи адаптації.
3. Біохімічна характеристика різних зон відносної потужності.
4. Послідовність біохімічних змін під час тренування, розтренування та перетренування.
5. Схема побудови мікроциклів тренувань за Матвеевим.

Реактиви:

1. Набір реактивів для визначення креатиніну.
2. Біологічний матеріал (сеча).
3. Калібрувальна рідина.
4. ТХОК.

5. Дистильована вода.
6. Їдкий натр.
7. Пікринова кислота.

Обладнання і матеріали:

1. Мірні циліндри.
2. Штативи з пробірками.
3. Дозатори піпеточні.
4. Піпетки.
5. Фарфорові горнята для забору сечі.
6. Фотоелектроколометр.

ХІД РОБОТИ

Перед аналізом біологічний матеріал (сечу) розвести в мірній колбі у 100 разів (до 1 мл сечі додати 99 мл води, або 0,1 мл сечі + 9,9 мл води). У три різні пробірки з точністю відміряти (згідно зі схемою) усі необхідні розчини речовин.

Вимірювана рідина	Дослідна	Контрольна	Калібрувальна
Калібрувальна рідина	-	-	2,0
Розведена сеча	1,0	-	-
ТХОК	0,5	0,5	-
Дистильована вода	0,5	1,5	-
Р-н їдкого натру	1,0	1,0	1,0
Р-н пікринової к-ти	1,0	1,0	1,0

Перемішати, витримати 20 хв при кімнатній температурі, фотометрувати навпроти контрольної проби при 500–560 нм (синьо-зелений світлофільтр). Отриманий результат помножити на коефіцієнт розведення (100).

Концентрацію креатиніну розраховують за формулою

$$C = 2,0 \cdot \frac{E_{\text{досл}}}{E_{\text{кал}}} \text{ (мг\%)} \text{ або } C = 177 \cdot \frac{E_{\text{досл}}}{E_{\text{кал}}} \text{ (мкмоль/л)},$$

де C – вміст креатиніну в пробі;

2,0 мг % (177 мкмоль/л) – калібрувальна концентрація креатиніну;

$E_{\text{досл}}$ – оптична густина дослідної проби;

$E_{\text{кал}}$ – оптична густина калібрувальної проби.

Кількість креатиніну в добовій сечі визначають за формулою

$$C = 2,0 \cdot \frac{C \cdot A}{B \cdot 100},$$

де $КК$ – кількість креатиніну в добовій сечі, мг;

C – концентрація креатиніну в сечі, мг %;

A – добова кількість сечі, мл;

B – кількість сечі, взятої для аналізу, мл.

Норма креатиніну в сечі:

Дорослі чоловіки – 14–26 мг/кг/добу (124–230 мкмоль/кг/добу)

Дорослі жінки – 11–20 мг/кг/добу (97–177 мкмоль/кг/добу)

Добова сеча здорової людини – 4,4–17,7 ммоль/добу.

При посиленій м'язовій роботі екскреція креатиніну з сечею зростає.

Лабораторне заняття № 6

Кількісне визначення пірвіноградної кислоти в сечі

Фізична працездатність людини становить собою інтегральну властивість організму, яка визначається великою кількістю чинників, які поділяють на дві групи: чинники потенцій (внутрішніх можливостей) і чинники продуктивності, що визначають ступінь реалізації внутрішніх можливостей в конкретних умовах тренувань і змагань з обраного виду спорту. До чинників потенцій належать швидкісно-силові якості і здатність до вироблення енергії для м'язової діяльності. До чинників продуктивності – техніка і тактика виконання вправ, мотивація, волю-

ві якості спортсменів тощо. Слід чітко визначити взаємозв'язок між чинниками спортивної працездатності та особливостями перебігу біохімічних процесів і звернути увагу на специфіку їх прояву у різних видах спорту, виявити найінформативніші біохімічні параметри, за допомогою яких можна оцінювати рівень розвитку метаболічних систем, що лежать в основі прояву спортивної працездатності.

Розглядаючи біохімічні зміни, які відбуваються при подоланні тренувальних і змагальних навантажень з різних видів спорту, але які мають однакову потужність і тривалість, слід зазначити, що вони подібні за характером і глибиною.

У окремих видах спорту діють специфічні чинники. Наприклад, у плавців, ватерполістів (представників водних видів спорту) значно зменшене потовиділення, тому деяких проміжних продуктів обміну значно більше в сечі; під час занять ігровими видами спорту, які супроводжуються великою емоційною напруженістю, що суттєво підвищує продукцію гормонів, зокрема катехоламінів (адреналіну і норадреналіну) та збільшує їх екскрецію з сечею.

Залежно від віку проявляються особливості енергозабезпечення, а відповідно, існують вікові норми біохімічного складу крові та сечі. Тому слід враховувати цей чинник при використанні біохімічного моніторингу на ранніх стадіях відбору дітей з метою їх спрямування для занять тими чи іншими видами спорту.

Вивчаючи особливості занять різними видами спорту необхідно детально розглянути біохімічні зміни в організмі під час занять легкоатлетичним бігом, де найчіткіше проявляється їх залежність від відносної потужності та тривалості вправ.

Умови проведення тренувань та змагань у середньогір'ї (1000–3000 м над рівнем моря) відрізняються від таких на рівнині передусім пониженим парціальним тиском кисню в повітрі, через що знижується насиченість киснем гемоглобіну крові та міоглобіну м'язів; підвищеною сухістю повітря, яка є причиною втрати води через органи дихання і шляхом потовиділення; зниженням загального атмосферного тиску, яке призводить до втрати вуглекислоти, а отже, зменшує метаболічну ємність карбонатних буферних систем і призводить до порушення рівноваги кислотно-лужного балансу (у лужний бік). Терміновий тренувальний ефект у середньогір'ї проявляється більшою,

порівняно з роботою на рівні моря, активацією анаеробних систем енергоутворення, а кумулятивні адаптаційні зміни забезпечують як поліпшення надходження, транспортування і використання кисню, так і удосконалення механізмів анаеробного і аеробного ресинтезу АТФ. Це виявляється у збільшенні гемоглобіну крові і міоглобіну в м'язах, підвищенні їх спорідненості з киснем, збільшенні кількості дихальних ферментів у мітохондріях, а також ферментів анаеробного метаболізму (гліколізу), покращенні кровопостачання органів і систем, підвищенні у м'язах концентрації креатинфосфату та глікогену. Перші ознаки акліматизації виявляють вже через 12–14 днів тренування в гірських умовах, через 2–3 місяці перебування в цих умовах швидкість набутих адаптаційних змін різко знижується.

Що стосується біохімічного показника ПВК, слід зазначити, що вона є продуктом аеробного обміну вуглеводів. За аеробних умов відбувається її окисне декарбоксилювання за участю ферментного комплексу ліпотіамін-пірофосфату із утворенням ацетил-КоА, який далі розщеплюється у циклі Кребса. Нестача будь-якої складової ферментного комплексу, а також нестача кисню призводять до сповільнення процесу утворення ацетил-КоА. Окиснення ацетил-КоА в циклі Кребса та в мітохондріальному дихальному ланцюгу до CO_2 і H_2O за гіпоксії також зменшується. Обмін вуглеводів у гіпоксійних умовах гальмується на рівні молочної кислоти. Наступне її окиснення до ПВК стане можливим за умов появи достатньої кількості кисню. Окрім обміну вуглеводів, ПВК бере участь в обмінах жирів (на рівні перетворення гліцерину) та білків (реакції дезамінування і переамінування амінокислот).

Надмір утворення ПВК у тканинах супроводжується їх посиленою елімінацією в кров. При фільтрації крові у нирках ПВК, як низькомолекулярна сполука, частково не абсорбується і попадає в сечу. У здорових людей за добу з сечею екскретується 10–25 мг ПВК.

У спортивній практиці цей біохімічний параметр використовують як критерій швидкості переходу домінування анаеробних в домінування аеробних механізмів енергоутворення.

Мета: біохімічно обґрунтувати особливості занять різними видами спорту. Вивчити значення адаптаційних біохімічних змін під час тренувань та змагань в умовах середньогір'я. Навчитись визначати

ПВК в сечі та інтерпретувати дані біохімічного моніторингу до і після навантаження різного спрямування.

Завдання для самостійної підготовки

1. Які чинники лімітують аеробну і анаеробну працездатність спортсмена?
2. Поясніть біохімічне обґрунтування класифікації спортивних вправ згідно з чотирма зонами відносної потужності роботи.
3. Назвіть спільність і відмінність циклічних і ациклічних видів спорту за співвідношенням рівнів аеробної та анаеробних складових працездатності.
4. Опишіть вікові зміни аеробної та анаеробних компонент працездатності.
5. Поясніть вплив умов середньогір'я на характер і глибину біохімічних змін у відповідь на тренувальні і змагальні навантаження.
6. Назвіть передстартові біохімічні зміни. Вкажіть їх залежність від особливостей роботи та тренуваності спортсмена.
7. Продуктом якого обміну є ПВК?
8. Яка ферментна система бере участь у окисному декарбоксілюванні ПВК?
9. За яких умов екскреція ПВК збільшується?
10. В обміні яких речовин бере участь ПВК?
11. Який показник екскреції ПВК є нормою?
12. У що перетворюється ПВК внаслідок окисного декарбоксілювання?
13. За якою формулою розраховують концентрацію ПВК?
14. При якій довжині хвилі колориметрують продукт, інтенсивність якого пропорційна концентрації ПВК?

Наочні засоби

Таблиці:

1. Біохімічна характеристика циклічних та ациклічних видів спорту.
2. Співвідношення між аеробною та анаеробною компонентами працездатності в різних видах спорту.
3. Біохімічні зміни за впливу умов середньогір'я.

4. Біохімічна характеристика передстартових змін спортсмена.
5. Схема окисного декарбоксілювання.

Реактиви:

1. Стандартний розчин (20 мл ПВК в 1л H_2O).
2. 2,4-динітрофенілгідразину 0,1 % (розчин НСІ 2н.).
3. Соляна кислота 2н.
4. Їдкий натр 12 %.

Обладнання і матеріали:

1. Біологічний матеріал (сеча).
2. Фарфорові горнята для забору сечі.
3. Пробірки.
4. Піпетки.
5. Дистильована вода.
6. Фотоелектроколориметр.

ХІД РОБОТИ

Взяти дві пробірки, в одну налити 0,1 мл стандартного розчину ПВК, а потім в обидві додати по 0,9 мл води і по 0,5 мл 0,1 % розчину 2,4-динітрофенілгідразину, змішати і на 20 хв залишити у темному місці. Пізніше додати по 1 мл 12 % розчину їдкого натрію і через 10 хв визначити на ФЕКу оптичну густину забарвлених розчинів проти води при синьому світлофільтрі. Концентрацію ПВК розраховують за формулою

$$СД = ССТ \cdot ЕД \cdot 1,5 / ЕСТ,$$

де СД – концентрація ПВК в сечі (мг/добу);

ССТ – концентрація стандартного розчину ПВК (20 мг/1л);

ЕД – оптична густина досліджуваної проби;

ЕСТ – оптична густина стандарту ПВК;

1,5 – перерахунок на добову кількість сечі.

У здорових людей з сечею за добу виділяється 10–25 мг ПВК. Екскреція збільшується при В1-вітамінній недостатності, захворюваннях печінки, цукровому діабеті, серцевій декомпенсації, токсикозах, гіпоксіях різного походження.

Лабораторне заняття №7

Кількісне визначення молочної кислоти

Фізичні якості людини, що проявляються при м'язовій роботі (сила, різновиди швидкості, швидкості, спритності, витривалості тощо) залежать від біохімічних, фізіологічних, морфологічних особливостей людини, якостей її психіки, технічної і тактичної підготовленості.

Сила, яку розвиває м'язове волокно, прямо залежить від вмісту в ньому скоротливих білків (актину і міозину), які визначають кількість скоротливих структур (міофібрил) і активних центрів актину, при взаємодії яких відбувається скорочення волокна. Велике значення для прояву сили має АТФ-азна активність міозину, яка визначає здатність до мобілізації енергії. Сила буде вищою у волокон, які мають довші саркомери (за наявності довгих актинових ниток); які є більшого діаметру (через товстіші міозинові міофіламенти).

Тренування силового характеру, залежно від виду вправ та інтервалів відпочинку між ними, може забезпечувати розвиток максимальної м'язової сили або сприяти збільшенню м'язової маси.

Біохімічні передумови прояву швидкості здебільшого ті ж, що і якості сили: високий вміст скоротливих білків і висока активність міозину як ферменту АТФ-ази, що гідролізує АТФ. Особливе значення тут відіграє КрФ-азна реакція, концентрація іонів кальцію, магнію, натрію і калію в саркоплазмі та можливості їх швидкого зв'язування і звільнення.

Існує взаємозв'язок між біохімічними процесами, які відбуваються при виконанні швидко-силових вправ і у відпочинкових інтервалах між ними, з відкладеними тренувальними ефектами. Для прояву цих рухових якостей важливим є збалансованість харчових речовин у добовому раціоні спортсменів.

Витривалість проявляється у здатності "відкладати час появи втоми" впродовж роботи, а також ефективно виконувати роботу в умовах наростання втоми. Ця здатність пов'язана передусім з рівнем розвитку систем енергозабезпечення. Відповідно до трьох основних шляхів ресинтезу АТФ, під час фізичних навантажень розрізняють три біохімічні компоненти витривалості: анаеробну алактатну (КрФ), анаеробну лактатну (гліколітичну) та аеробну, яка визначається станом

дихального фосфорилювання. Усі ці компоненти роблять свій внесок у прояв будь-якого специфічного виду витривалості, однак, один із них завжди відіграє провідну роль, а інші – другорядну. Тому правильне визначення головної компоненти витривалості є дуже важливе для вибору адекватних методів та засобів тренування.

Рівень розвитку алактатної компоненти витривалості залежить від величини запасів КрФ у м'язах, економності їх витрат на роботу, яка залежить від ефективності техніки виконання вправ спортсменом.

Для гліколітичної компоненти витривалості важливу роль відіграє не лише рівень вуглеводних ресурсів організму і економність їх витрат, але й рівень можливості буферних систем нейтралізувати надмір водневих іонів, які продукує молочна кислота, а також стійкість ферментів до змін кислотного-лужного балансу організму.

Аеробна компонента витривалості визначається величиною мобілізованих для роботи енергетичних резервів організму (вуглеводів, ліпідів, білків), швидкістю функціонування і стійкістю систем, що забезпечують надходження кисню до м'язів, концентрацією та активністю ферментів аеробного обміну.

Кожен з методів, що використовується у спортивній практиці для розвитку витривалості, виявляє неоднакову дію на різні компоненти витривалості і на різні біохімічні системи, що лежать у їх основі. Зазначимо, що хоча тренування впливає переважно на якусь одну якість більшою мірою, це не виключає його впливу на інші якості. Так, розвиток сили створює передумови для збільшення швидкості та швидкісної витривалості і навпаки. Водночас розвиток аеробної компоненти витривалості може супроводжуватись зниженням силових якостей м'язів і не сприяти прояву різновидів швидкості.

Молочна кислота є продуктом анаеробного гліколізу і накопичується у м'язах за умов нестачі кисню. Причиною такої ситуації може бути високоінтенсивна фізична робота, знижений парціальний тиск кисню в повітрі (середньо- і високогір'я), зменшення просвіту судин (засмічення холестериновими бляшками). Вміст молочної кислоти в м'язах становить 0,01–0,02 %, він різко зростає при гіпоксії. Якщо молочна кислота накопичується в м'язах внаслідок фізичних навантажень, то її часткова утилізація відбувається у серцевому м'язі, де постачання кисню є в 15 разів вищим, ніж у інших тканинах, а 40 %

сухого залишку міокарда становлять мітохондрії. Отже, в умовах фізичного навантаження в енергетичному обміні серцевого м'яза збільшується частка споживання не тільки глюкози, а й молочної кислоти.

За змінами вмісту молочної кислоти у тканинах, крові та сечі визначають анаеробну частку енергетичного обміну, що є важливим критерієм у біохімічному моніторингу за розвитком швидкісних і силових якостей, а також швидкісно-силової компоненти витривалості спортсменів. Вміст молочної кислоти слугує показником швидкості відновлення після роботи. Рівень молочної кислоти також є цінною інформацією в діагностиці захворювань, пов'язаних з гіпоксією (ішемія, інфаркт міокарда, міопатія).

Мета: при вивченні теми необхідно знати біохімічні чинники, які визначають прояв швидкісно-силових якостей, а також біохімічні процеси, що лежать в основі формування та розвитку різновидів витривалості. Опанувати метод визначення молочної кислоти за Штросом і зуміти інтерпретувати дані до і після швидкісно-силових навантажень.

Завдання для самостійної підготовки

1. Які біохімічні чинники визначають прояв якості сили?
2. Від яких біохімічних чинників залежать різновиди бистрості?
3. Що є біохімічною передумовою швидкісно-силової витривалості?
4. Що таке алактатна, лактатна та аеробна витривалість?
5. До якої групи речовин належить молочна кислота?
6. Продуктом якого обміну є молочна кислота?
7. Де накопичується молочна кислота? Які зміни відбуваються при цьому?
8. Чи зміниться рівень молочної кислоти внаслідок натренованості?
9. Як впливає рівень молочної кислоти на кислотно-лужну рівновагу?
10. Чому сила є біохімічним підґрунтям швидкості і, навпаки, швидкість є передумовою розвитку сили?
11. Чому розвиток аеробної витривалості не зумовлює розвитку сили і швидкості?

Наочні засоби

Таблиці:

1. Біохімічна характеристика якості сили.
2. Біохімічна характеристика різновидів швидкості.
3. Біохімічна характеристика різновидів витривалості.
4. Співвідношення алактатної та лактатної анаеробних та аеробної компонент під час прояву спеціальної фізичної працездатності представників різних видів спорту.
5. Схема гліколізу.

Реактиви:

1. Сірчана кислота за Савалем.
2. Сульфат міді.
3. Ортофосфорна кислота.
4. Параоксидифеніл 1,5 %.
5. Диметилформамід.
6. ТХОК 5 %.

Обладнання і матеріали:

1. Біологічний матеріал (сеча).
2. Фарфорові горнята для забору сечі.
3. Піпетки.
4. Пробірки.
5. Дозатори піпеткові.
6. Скарифікатори.
7. Антисептик.
8. Вата.
9. Фотоелектроколориметр.

ХІД РОБОТИ

1. Визначення молочної кислоти в крові.

Налити в пробірку 1 мл 5 % ТХОК. Сюди ж помістити 0,02 мл цільної крові. Через декілька хвилин відцентрифугувати при 2000–3000 об./хв впродовж 5 хв. Приготувати реактив 1. Для цього до 0,2 мл безбілкового фільтрату додати 0,1 мл реактиву 2 і 2,5 мл концентрованої сірчаної кислоти. Реактив 2 містить суміш 3 г мідного купоросу і 9 мл ортофосфорної кислоти. Збовтати і через 3 хв поставити на 3 хв у киплячу водяну баню та впродовж 3 хв охолодити у льодяній воді.

Приготувати реактив 3. Для цього розчинити 15 мг параоксидифенілу в 1 мл диметилформаміду. Забрати охолоджену пробу та помістити в центр пробірки 1 краплю розчину реактиву 3. Перемішати і залишити на 10 хв при кімнатній температурі. Потім нагріти на киплячій водяній бані впродовж 1,5 хв (90 с), охолодити та фотометрувати при довжині хвилі 565 нм.

Паралельно обробляють холосту пробу, в яку замість безбілкового фільтрату поміщають 5 % розчин ТХОК, та калібрувальні проби, в які поміщають по 0,2 мл ТХОК та молочну кислоту або молочнокислий літій в концентраціях від 2 до 20 нмоль. Оптична густина калібрувальної проби, яка містить 2 нмоль/л молочної кислоти відповідає дослідній пробі з вмістом 0,5 ммоль/л, а оптична густина калібрувальної проби, яка містить 20 нмоль/л відповідає дослідній пробі з вмістом молочної кислоти 5 ммоль/л. Норма вмісту молочної кислоти в крові є меншою за 1 ммоль/л.

2. Визначення молочної кислоти в сечі.

До 50 мл води в мірному циліндрі додати 1 мл сечі. Звідти надібрати у пробірку 0,5 мл розведної сечі для досліду. Додати 0,02 мл CuSO_4 (4 %) і 3 мл H_2SO_4 . Добре перемішати і поставити в киплячу водяну баню на 5 хв. Охолодити до кімнатної температури і додати 0,05 мл 1,5 % розчину параоксидифенілу, добре струсити і поставити у водяну баню при температурі 20 °С на 30 хв до утворення ніжно-рожевого забарвлення. Потім поставити на 90 с в киплячу водяну баню. Швидко охолодити до кімнатної температури і фотометрувати на ФЕКу при 580 нм (червоний світлофільтр). За величиною екстинції (оптичної густини), використовуючи калібрувальну криву, визначити концентрацію молочної кислоти в сечі.

Лабораторне заняття № 8 Визначення рівня катехоламінів

Симптоадреналова система (САС) складається з двох ланок гормональної (адреналін – А), продукція якого головно відбувається у мозковому шарі наднирників, та медіаторної (норадреналін – НА), головна частка якого синтезується у симпатичному відділі вегетативної нервової

системи. Загальний ланцюг синтезу катехоламінів (КА) бере свій початок від амінокислот тирозину або фенілаланіну: фенілаланін – тирозин – ДОФА – дофамін – норадреналін – адреналін. Незважаючи на незначну різницю у будові (адреналін є метильованою формою норадреналіну), їх функції в одних випадках посилюють дію один одного (ЧСС, тонус судин, м'язів, кров'яний тиск тощо), а в інших (емоційна сфера) різняться.

Надниркові залози містять адреналіну в 10 разів більше, ніж норадреналіну, а концентрація НА значно вища у синапсах симпатичного відділу вегетативної нервової системи (ВНС). Саме ця обставина спричинила до того, що гормональну ланку представляє А, а медіаторну – НА. Вміст КА в крові зростає (майже в 1000 разів) під час стресових ситуацій. У нормі із сечею виділяється 11–76 нмоль/добу адреналіну та 47–236 нмоль/добу норадреналіну.

Гормони мозкового шару наднирників реалізують свій вплив на організм через взаємодію їх з рецепторами – α і β . Через дані рецептори катехоламінівий сигнал поширюється у клітинах-мішенях шляхом передачі його спочатку аденілатциклазному-ц-АМФ комплексу, а потім специфічним протеїнкіназам, які організовують адекватну до сигналу катехоламінів відповідь, перетворюючи гомеостаз спокою клітини на гомеостаз дії. Зокрема, А активує фосфороліз глікогену м'язів і печінки, його посилений сигнал (більше А) стимулює тканинний ліполіз. Таким чином, мобілізуються субстрати для використання їх скелетними м'язами, міокардом та іншими внутрішніми органами для роботи в умовах стресу (типу фізичної роботи чи емоційного характеру). Тобто каскадний механізм дії А забезпечує швидке включення процесів, які продукують енергію, відновлюючи АТФ. Норадреналін має, порівняно з адреналіном, невеликий вплив на розпад глікогену, але зате його частка у стимулюванні ліполізу вища. З цієї причини вважається, що швидкість будь-якої дії залежить від діяльності адреналінової ланки САС, а довготривала робота і витривалість загалом залежать від симпатичної ланки САС, тобто норадреналінової. Для встановлення рівня катехоламінів (А, НА, ДОФА, ДА) в організмі спортсменів забирають проби сечі до навантаження, після навантаження та нічну. Визначення екскреції катехоламінів проводять методом, описаним Матліною.

Мета: знати гомеостазувальну роль САС та її значення у адаптаційних реакціях організму спортсменів під час навантажень різного

характеру та тривалості, в період втоми та відновлення. Навчитися визначати екскрецію катехоламінів з сечею за Матліною.

Завдання для самостійної підготовки

1. Назвіть функції катехоламінів у формуванні адаптації до фізичних навантажень.
2. Опишіть організацію САС і регуляцію її діяльності.
3. Охарактеризуйте вплив А і НА на функціонування систем клітини, тканини і органів.
4. Поясніть САС при м'язовій діяльності.
5. Поясніть реакцію САС на тренувальне навантаження різного характеру і спрямованості, залежність її від ємності і потужності навантажень, а також від тренуваності організму.
6. Опишіть динаміку САС організму спортсмена під дією навантажень змагального характеру.
7. Який вплив мають нервово-емоційні та інші чинники на стан САС спортсменів в умовах м'язової діяльності?
8. Назвіть симпатoadреналові зміни під час різних фаз втоми.
9. Які співвідношення між НА і А спостерігають під час передстартової лихоманки, в період апатії та у стані бойової готовності?
10. Які особливості САС у представників ігрових видів спорту?
11. Які особливості прояву САС спостерігаються у представників водних видів спорту?
12. Чи є відмінності між рівнем КА за віковою ознакою?
13. Чи спостерігається відмінність між чоловіками та жінками, які займаються спортом за реакціями САС впродовж місячного мезоциклу?

Наочні засоби

Таблиці:

1. Схеми організації САС.
2. Вплив САС на стан передстартових реакцій.
3. САС під час різних фаз втоми.
4. Реакція САС на фізичні навантаження різного характеру, інтенсивності та обсягу.
5. Динаміка САС впродовж місячного мезоциклу спортсменок.

Реактиви:

1. ЕДТА.
2. Соляна кислота 2н.
3. Окис алюмінію, очищений соляною кислотою за Брокманом.
4. Їдкий натр 5н.
5. Оцтова кислота 0,25н.
6. Соляна кислота 0,1н.
7. Фосфатний буфер 0,1 М (рН 4,2).
8. Фосфатний буфер 0,1 М (рН 6,2).
9. Феричіанід калію 0,25 %.
10. Аскорбінова кислота 5н. їдкого натру розчину 0,25 %.
11. Водний розчин йоду 0,02н.
12. Оцтова кислота 5н.
13. Водний і лужний розчин сульфату натрію.
14. Стандартні розчини А, НА, ДОФА, ДА.
15. Розчин аміаку 1н.

Обладнання і матеріали:

1. Бідистилятор.
2. Хроматографічні колонки.
3. Флюориметр.
4. Набори світлофільтрів.
5. Паперові фільтри.
6. Олівці для писання по склі.
7. Лійки.
8. Пробірки центрифужні.
9. Пробірки.
10. Піпетки.
11. Дозатор автоматичний.

Для проведення флюорометрії використовували такі набори світлофільтрів:

1) набір для визначення А і НА: первинний світлофільтр з максимумом пропускання 436 нм, вторинний (типу ЖС-18) з широким максимумом пропускання, починаючи від 550 нм;

2) набір для визначення А, НА, ДОФА: первинний світлофільтр з максимумом пропускання 360 нм (УФС-3), вторинний – той самий, що і в першому наборі.

ХІД РОБОТИ

До 17,5 мл фільтрату порції сечі додати 250 мг ЕДТА, довести рН до 8,2–8,5. Пропустити через хроматографічну колонку з окисом алюмінію (1г), промити попередньо 10 мл бідистильованої води зі швидкістю 1–2 мл за хв. Промити водою з краплею аміаку. Зібрати елюати двома порціями (по 3,5 мл кожна) оцтової кислоти. Залишок ДОФА елювати двома порціями соляної кислоти. Окиснення елюатів проводять таким чином. Спочатку доводять рН до 4,2 аміаком, відбирають проби для визначення адреналіну (1 мл елюату). Потім доводять рН до 6,2 і відбирають проби для визначення норадреналіну і оцтовокислого ДОФА (по 1мл елюату). Окиснення фериціанідом калію проводять протягом 4 хв, після чого доливають аскорбінову кислоту, розчинену в лузі. Перед флюорометрією проби охолоджують льодом.

Лабораторне заняття № 9

Визначення активності лактатдегідрогенази в сироватці крові

Біохімічні методи використовують у спортивній практиці з метою відбору на різних етапах підготовки, для моніторингу за спрямованістю і ефективністю мікро-, мезо- та макроциклів тренувань, для оцінювання рівня тренуваності, контролю за ступенем втоми та фазами відновлення, а також спостереження за станом здоров'я спортсменів.

Об'єктами біохімічних досліджень є кров, сеча, піт, слина і повітря, що видихається, а в окремих випадках – мікрровзірець м'язової тканини (мікробіопсія). Кожен об'єкт має свої переваги і свої недоліки. Забір крові і м'язової тканини – травматична процедура, але аналіз її біохімічних параметрів відображає дійсний стан обмінних процесів у стані відносного спокою та під впливом фізичних навантажень. Аналіз сечі має переваги над кров'ю, бо її забір необмежений ні за кількісним, ні за часовим параметром, також цей об'єкт дає цінну інформацію про стан метаболічних процесів. Біохімічне дослідження сечі широко використовують в антидопінговому контролі, для визначення гормонів і біологічно активних речовин, ферментів. А ціла низка речовин: білок, цукор, кетонів тіла тощо – є незвичайними

складовими сечі і з'являються за обставин передпатологічного стану як наслідок фізичних надобтяжень (спортивна альбумінурія, спортивна глюкозурія, спортивна кетонурія) чи у випадку захворювання певної етіології. Вадою цього об'єкта є неможливість отримати кількісні характеристики тих чи інших зрушень в організмі.

Тести, які використовують у процесі біохімічного контролю, проводять у лабораторних та польових умовах. У лабораторії обстеження передбачає навантаження на велоергометрі дозованого стандартного чи граничного типу. Контрольні тести є різними для різних видів спорту і добираються залежно від поставленої мети.

У крові визначають кислотно-лужну рівновагу, молочну кислоту та ПВК, цукор, сечовину, креатин і креатинін, фосфор неорганічний, активність ферментів та вміст гормонів.

Визначення активності ферментів (лактатдегідрогенази, креатинкінази, амінотрансфераз, кислої та лужної фосфатази, фосфорилази, гексокінази тощо) у сироватці крові має важливе значення у спорті, бо саме вони забезпечують належний рівень проходження енергетичного обміну, а зміна їх активності суттєво впливає на ресинтез АТФ. Окрім цього, дані ферменти мають важливе діагностичне значення у патологіях різної етіології. Відомо близько 50 ферментів крові. У нормі активність їх невелика, але при окремих патологіях різко збільшується (гіперферментемія) або знижується (гіпоферментемія). Хвороби, що супроводжуються порушенням проникності клітинних мембран окремих органів, часто призводять до раптового підвищення активності того чи іншого ферменту в крові. При ураженні печінки змінюється активність аланінової амінотрансферази, при ураженні серцевого м'яза – аспарагінової амінотрансферази, лактатдегідрогенази і креатинкінази; при рахіті – лужної фосфатази. Активність ферментів крові в різні періоди дитинства змінюються неоднаково. З віком знижується активність багатьох ферментів гліколізу та циклу Кребса, а підвищується активність ферментів амінокислотного обміну та процесу утворення сечі.

Лактатдегідрогеназа (ЛДГ) – гідролітичний фермент, який каталізує окиснення L-лактату до ПВК. Найбільша активність ЛДГ виявлена в нирках, серцевому м'язі, скелетній мускулатурі, печінці, підшлунковій залозі, головному мозку. У здорових людей активність

ЛДГ в середньому дорівнює 180 одиниць з коливаннями від 80 до 250. Її зміни вказують на ступінь ураження серцевого м'яза і слугують раннім і специфічним тестом біохімічної діагностики інфаркту міокарда, а також можуть вказувати на переносимість навантажень під час мікроциклів, збудованих за принципом надобтяження та у змагальному періоді.

Мета: вивчити базові засади біохімічного контролю у практиці спортивної діяльності у всіх її проявах та у різних видах спорту. Навчитися визначати активність ферменту ЛДГ в стані відносного спокою і під впливом навантажень та інтерпретувати отримані дані.

Завдання для самостійної підготовки

1. Назвіть завдання біохімічного контролю у спорті.
2. Які Ви знаєте об'єкти біохімічного контролю?
3. Які тести застосовують під час біохімічного контролю?
4. Охарактеризуйте біохімічні показники крові та їх інтерпретацію.
5. Опишіть біохімічні показники сечі, їх визначення та інтерпретацію.
6. Назвіть показники вуглеводного обміну. Укажіть їхні зміни під час занять спортом.
7. Назвіть показники ліпідного обміну та їхню інформативність для контролю за аеробною компонентою енергетичного обміну.
8. Охарактеризуйте сечовину як кінцевий продукт енергетичного білкового обміну та її значення під час різних фаз втоми.
9. Назвіть біохімічні показники для контролю за розвитком алактатної, лактатної та аеробної компонент витривалості.
10. Яка роль ферментів у біохімічному спортивному моніторингу?
11. Обґрунтуйте ЛДГ і її значення в моніторингу граничних обтяжень та під час змагань.
12. Яка роль ЛДГ в обміні речовин?
13. Опишіть ізоформи ЛДГ і їх діагностичне значення.
14. Яка активність ЛДГ у здорових людей?
15. Назвіть формулу розрахунку активності ЛДГ-ферменту.
16. Який кофермент бере участь у реакції, що каталізує ЛДГ?
17. Який принцип методу визначення активності ЛДГ?

Наочні засоби

Таблиці:

1. Тести, які застосовують під час біохімічного контролю.
2. Біохімічний скринінг за показниками крові в спорті.
3. Біохімічний скринінг за показниками сечі в спорті.
4. Роль ферментів у біохімічному спортивному моніторингу.
5. Гормональна регуляція адаптації до спортивних навантажень.

Реактиви:

Інкубаційна суміш:

1. 0,1 мл сироватки.
2. 0,1 мл НАД+ 0,02М.
3. 2 мл гліцеринового буфера 0,1М (рН 10,0).
4. 0,5 мл 0,5М ДЛ- лактату.
5. 1 мл дистильованої води.

Обладнання і матеріали:

1. Спектрофотометр.
2. Пробірки.
3. Водяна баня.
4. Піпетки.

ХІД РОБОТИ

У пробірку наливають інкубаційну суміш і інкубують 30 хв при температурі 37°C. Реакцію припиняють, занурюючи в киплячу водяну баню на 3 хв. Паралельно ставлять контрольну пробу, де замість сироватки крові беруть 0,1 мл води. Спектрометрують при 340 нм, порівнюючи з контрольною пробєю. При цьому відзначають початок реакції за секундоміром і вимірюють екстинкцію кожні 30 с, починаючи з того моменту, коли реакція почалась, впродовж 3 хв стежать за підвищенням оптичної густини внаслідок утворення НАДН + Н⁺. Розрахунок активності ферменту проводять за такою схемою:

$$E = \Delta E \times 1000 / T,$$

де: E – активність ферменту, яка виражається в умовних одиницях екстинкції;

ΔE – сума величини екстинції протягом 3 хв, виміряних з інтервалом 30с порівняно з контрольною пробою;

T – час інкубації;

1000 – коефіцієнт для перерахунку на 100 мл сироватки крові.

Активність ЛДГ підвищується при ураженні міокарда, лейкозах, гострому вірусному гепатиті, ниркових захворюваннях, серпоподібно-клітинній анемії, тромбоцитопеніях, інфекційних мононуклеозах, а також прогресивній м'язовій дистрофії. Всі захворювання, які перебігають з некрозом тканин (інфаркт міокарда, деякі ураження нирок, гепатити, панкреатити, пухлини), зазвичай, супроводжуються різким підвищенням активності ЛДГ в сироватці крові. Слід зазначити, що будь-яка тканинна деструкція супроводжується збільшенням активності ЛДГ, при цьому ступінь гіперферментемії залежить від глибини і поширеності процесу. Нормальні величини активності ЛДГ коливаються від 80 до 250 у.о.

Лабораторне заняття № 10

Визначення аскорбінової кислоти в сечі

Проблема оптимального харчування спортсменів сьогодні пов'язана зі збільшенням енергетичної вартості тренувального процесу. Повноцінний раціон потребує, крім вмісту основних поживних речовин, наявності усіх вітамінів, макро- та мікроелементів. Принципи побудови харчування спортсменів передбачають таке:

- постачання спортсменів необхідною кількістю енергії;
- дотримання збалансованості між поживними речовинами та спортивними навантаженнями;
- вибір адекватних форм харчування в період тренувальних навантажень різного характеру та обсягу, в період змагань та в період відновлення;
- використання впливу харчових речовин для активації процесів аеробного окиснення і спряженого з ним фосфорилування та створення метаболічного фонду;
- використання аліментарного чинника для пришвидшеного нарощування м'язової маси та приведення ваги до певної вагової категорії;

- застосування індивідуального підходу харчування з врахуванням антропометричних, фізіологічних та метаболічних характеристик спортсмена.

Існує поділ видів спорту на 5 груп, залежно від витрат енергії:

- види спорту, не пов'язані зі значними фізичними навантаженнями (шахи, шашки – 2800–3200 ккал/добу);

- види спорту з короткочасними значними фізичними навантаженнями (акробатика, гімнастика, легка атлетика (спринт) тощо – 3500–4500 ккал/добу);

- до третьої групи належать такі види: біг на 400, 3000, бокс, боротьба, гірськолижний спорт, багатоборства, спортивні ігри (4500–5500 ккал/добу);

- до четвертої групи належать альпінізм, біг на 10000 м, біатлон, велоперегони, веслування ковзанярство (5500–6500 ккал/добу);

- п'яту категорію складають представники велоперегонів на шосе, марафону, лижних перегонів (7000–8000 ккал/добу).

Харчовий раціон повинен бути збалансований за поживними речовинами (білками, жирами та вуглеводами), а також за вітамінами (жиророзчинними – А, Д, Е, К та водорозчинними – С, групи В тощо) і мінеральними речовинами.

Вітамін С – найменш стійкий з водорозчинних вітамінів. Фізіологічне значення вітаміну С тісно пов'язане з його окисно-відновними властивостями. Можливо, що цим слід пояснювати і зміни у вуглеводному обміні при його дефіциті, які полягають у поступовому зниженні вмісту глікогену в печінці і спочатку підвищеному, а потім зниженому вмісту цукру в крові. За нестачі аскорбінової кислоти посилюється також розпад м'язового білка, а в сечі появляється креатин. Велике значення має вітамін С для утворення колагену та забезпечення головної функції сполучної тканини.

Авітамінози та гіповітамінози можуть виникнути як наслідок таких явищ:

1. Відсутність або недостатній вміст вітаміну С в їжі.
2. Порушення процесів всмоктування вітаміну С у шлунково-кишковому тракті.
3. Особливий стан організму (посилена робота, ріст дитячого організму, вагітність, важкі гострі та хронічні захворювання).

Вітамін С швидко руйнується окисниками, утворюючи щавелеву і трифенову кислоти, особливо при нагріванні в нейтральному та лужному середовищах, під час активної дії ультрафіолетового випромінювання. У організмі людини спостерігають сезонний коливний характер С-вітамінного забезпечення. Особливо низький вміст вітаміну спостерігають ранньою весною. До цього призводить сезонне зниження вмісту вітаміну С у продуктах рослинного походження. Тому потрібно вживати вітамін С у вигляді вітамінних фармакологічних препаратів або додаткового введення у харчовий раціон продуктів, у яких він зберігається впродовж цілого року: шипшина, смородина, цитрусові. У кислому середовищі аскорбінова кислота найбільш стійка.

Сама кислота і продукт її розпаду із організму виводяться з сечею. Вітамін С є складовою водної фази антиоксидантної системи, яка забезпечує захист організму від згубної дії радикалів ендogenous чи екзогенного походження. Саме ця роль вітаміну С узалежнює організм від його нестачі і викликає у ньому низку деструктивних процесів.

Широко застосовують спосіб встановлення забезпеченості організму вітаміном С шляхом визначення кількості міліграмів екскреції вітаміну з сечею за 1 год. Ураховують виділення вітаміну з сечею, зібраною натще протягом 1 год.

У практично здорових людей за 1 год виділяється 1–2 мг аскорбінової кислоти. В нормі за добу виділяється 20–30 мг або 113,55–170,33 мкмоль аскорбінової кислоти.

Мета: опанувати основні засади харчування спортсменів під час тренувань, змагань та у відновному періоді з особливостями енерговитрат за видами спорту. Навчитися визначати вітамін С (аскорбінову кислоту) в сечі та інтерпретувати дані з внесенням корекції в харчовий раціон.

Завдання для самостійної підготовки

1. Які Ви знаєте вітаміни. Їх класифікація. Роль в організмі.
2. Поясніть коферментну функцію вітамінів.
3. Назвіть захворювання, що пов'язані з гіпофункцією водорозчинних вітамінів.

4. Назвіть захворювання, які пов'язані з гіпо- чи гіперфункцією жиророзчинних вітамінів.
5. Опишіть авітамінози. Їх різновиди та захворювання, спричинені авітамінозом.
6. Яка етіологія авітамінозу?
7. Охарактеризуйте вітамін С, його роль в організмі.
8. Яка антиоксидантна роль аскорбінової кислоти?
9. Назвіть принцип методу кількісного визначення вітаміну С.
10. За якою формулою визначають екскрецію вітаміну С?
11. Назвіть метод титрування. Як його застосовують?

Наочні засоби

Таблиці:

1. Класифікація вітамінів.
2. Вітаміни – коферменти.
3. Гіпо- та гіпервітаміноз і захворювання, що їх супроводжують.

Реактиви:

1. Біологічний матеріал (сеча).
2. НСІ 1н.
3. Розчин йоду 0,1 н.
4. Розчин крохмалю 1 %.

Обладнання і матеріали:

1. Конічні колби.
2. Піпетки.
3. Олівець для писання по склі.
4. Фільтрувальний папір.
5. Мірний циліндр (25 або 50 мл).

ХІД РОБОТИ

У дві колбочки відмірюємо по 25 мл сечі, додаємо 10 мл 1н. НСІ, 2 мл крохмалю і титруємо кожну пробу 0,01 % розчином йоду до появи синього забарвлення, яке після 30с зникає. Одна молекула аскорбінової кислоти еквівалентна 2 атомам йоду. Отже, 1 мл 0,01 % розчину йоду еквівалентний 0,88 мг аскорбінової кислоти. Перераховують на добовий діурез за формулою

$$X = 0,88 \cdot A \cdot B/C,$$

де X – кількість аскорбінової кислоти (мг/добу);

0,88 – коефіцієнт перерахунку отриманих результатів в одиниці маси (1 мл

0,01н. розчину йоду еквівалентний 0,88 мг аскорбінової кислоти;

C – об'єм сечі, взятий для титрування;

B – середня добова кількість сечі – діурез (1400 для чоловіків і 1200 для жінок);

A – результат титрування 0,01н. I_2 (мл).

Знижений вміст аскорбінової кислоти спостерігають при гіповітамінозі C як результат сезонних коливань, при збідненій на вітамін C дієті, у процесі тривалого голодування. Авітаміноз (відсутність C) спричиняє цингу, порушення обміну речовин, патології, що пов'язані з порушенням функцій антиоксидантної системи.

Лабораторне заняття № 11

Визначення загального кальцію в біологічних рідинах

Підвищення працездатності організму людини в процесі спортивного тренування супроводжується різними змінами біохімічного складу тканин як результат адаптації до фізичних навантажень, а особливо це стосується м'язів. Постійні надобтяження ведуть до посиленого синтезу скоротливих білків, білків-ферментів, міоглобіну, міостроміну, білків-медіаторів дихального ланцюга мітохондрій. Усе це сприяє збільшенню м'язової маси – гіпертрофії, включно з міокардом. Крім потовщення стінок серця, підвищується активність ферментів аеробного та анаеробного окиснення, АТФ-ази тощо. Постійні заняття фізичними вправами змінюють кількісні показники крові: підвищується вміст гемоглобіну, зростає буферна ємність та резервна лужність. У печінці, підшкірній жировій тканині та легенях підвищується активність тканинних ліпаз, активність ферментів білкового, вуглеводного та ліпідного обмінів. Кісткова система збільшується в масі за рахунок підвищеного вмісту в ній білка осеїну та мінеральних речовин. У цен-

тральній нервовій системі підвищується активність оксидоредуктаз, що розширює межі довготривалої роботи мозку, залоз внутрішньої секреції. Загалом зростає швидкість ресинтезу АТФ як алактатним та лактатним анаеробними, так і аеробним шляхами.

За умови повного припинення занять фізичними вправами спостерігається обернене до процесу натренування явище під назвою розтренування. При цьому підвищені біохімічні та фізіологічні можливості повертаються до вихідного рівня з тією ж послідовністю: спочатку вміст КрФ, потім знижується інтенсивність гліколізу та вміст глікогену м'язів і печінки, далі знижується інтенсивність аеробних процесів та вміст структурних білків м'язів. Отже, найдовше в організмі зберігається така якість як витривалість до довготривалої роботи, найшвидше зникають різновиди бистрості та гнучкості, а сила займає проміжне місце.

За умови нераціональної організації тренувальних занять: недотримання поступовості підвищення обсягу та інтенсивності навантажень, відсутність достатнього відпочинку після максимальної роботи, – в організмі відбуваються глибокі біохімічні зміни, що супроводжуються порушенням центральної нервової системи, органів кровообігу, частково дихання, травлення і різким зниженням насамперед такої рухової якості як витривалість. Такий стан називають перетренування. З розвитком стану перетренованості відбувається порушення процесів аеробного окиснення, що значно пригнічує функціонування нервової системи, порушується сон. Спостерігають також недостатнє відновлення запасів АТФ анаеробними шляхами, що зменшує можливості швидкісної витривалості. Ліквідація явищ перетренованості передбачає корекцію тренувального процесу тренером під контролем лікаря.

Що стосується показника кальцію, то його значення у скороченні м'язів таке: активація АТФ-азної активності міозину, розблокування тропонін-тропоміозиновим комплексом активного центру актину та участь в утворенні містка між голівкою міозину та актином. Тому в процесах натренування, розтренування та перетренування роль кальцію є дуже вагома.

Мета: опанувати теоретичні знання про біохімічні зміни внаслідок цілеспрямованого тренування, під час розтренування та при пе-

ретренуванні організму спортсмена. Навчитися визначати кальцій у біологічних рідинах та інтерпретувати дані біохімічного моніторингу.

Завдання для самостійної підготовки

1. Поясніть кумулятивні біохімічні зміни в організмі у процесі натренування організму спортсменів.
2. Охарактеризуйте біохімічні зміни в організмі спортсмена, які виникають у результаті розтренування.
3. Укажіть біохімічні зміни, які настають в організмі спортсмена при перетренуванні.
4. Коли в організмі спортсмена спостерігають гіперекскрецію кальцію?

Наочні засоби

Таблиці:

1. Біохімічні ефекти натренованості організму спортсменів.
2. Біохімічні зміни в організмі спортсменів у стані розтренованості.
3. Біохімічні зміни в організмі спортсменів у стані перетренованості.

Реактиви:

1. Хромоген – 1 флакон (120 ± 4) мл:
 - о-крезолфталеїн комплексон – ($0,12 \pm 0,01$) ммоль/л;
 - 8-оксіхінолін – ($16,0 + 0,16$) ммоль/л;
 - хлористоводнева кислота – ($60,0 \pm 6,00$) ммоль/л.
2. Буфер – 1 флакон (120 ± 4) мл:
 - моноетаноламін – ($0,8 \pm 0,08$) моль/л.
3. Калібрувальний розчин кальцію ($2,5 \pm 0,05$) ммоль/л чи ($10 \pm 0,2$) мг % – 1 флакон ($5 \pm 0,5$) мл.

Обладнання і матеріали:

1. Сироватка, натще; брати кров при мінімальному перетисканні вени, без напруження м'язів чи після відновлення кровообігу впродовж 1 хв.
2. Плазма. Як антикоагулянт необхідно застосовувати тільки гепарин. Інші речовини, такі як ЕДТО, оксалат, фторид, цитрат заважають визначенню кальцію.

3. Сеча, добова. Збирати в ємність, що містить 10 мл НС 1, 6 моль/л, або підкислити після збору до $pH < 2,0$ для розчинення солей Са.
4. Спинномозкова рідина (СМР).
5. Фотометричне устаткування, що забезпечує вимір оптичної щільності при 570 (550–590) нм у діапазоні (0–1,0) од. Кювета з довжиною оптичного шляху 5 або 10 мм.
6. Пробірки об'ємом 10 мл (ДСТУ 1770-74Е).
7. Піпетки об'ємом 0,1 і 5 мл (ДСТУ 29227-91).

ХІД РОБОТИ

Приготування робочих розчинів:

Для аналізу з використанням біреагенту всі розчини готові для роботи. Придатні для роботи до закінчення терміну, зазначеного на упаковці, за умови збереження при температурі від + 2 до + 8 °С.

Для варіанта аналізу з використанням монореагенту змішати рівні об'єми буфера і хромогену. Монорагент придатний для роботи 2 дні при температурі від + 15 до + 25 °С або 4 дні при температурі від + 2 до + 8 °С (за умови його збереження в пластиковому посуді). Аналіз проводиться відповідно до даних, поданих у таблиці 5.

Таблиця 5

Аналіз загального кальцію в біологічних рідинах

Варіант аналізу	Відміряти в кювету, мл	Холоста проба		Калібрувальна проба		Дослідна проба	
		напів-мікро аналіз	макро-аналіз	напів-мікро аналіз	макро-аналіз	напів-мікро аналіз	макро-аналіз
Монореагент	Монореагент	2,00	5,00	2,00	5,00	2,00	5,00
	Матеріал	-	-	-	-	0,02	0,05
	Калібрувальний р-н	-	-	0,02	0,05	-	-
Біреагент	Хромоген	1,00	2,50	1,00	2,50	1,00	2,50
	Матеріал	-	-	-	-	0,02	0,05
	Калібрувальний р-н	-	-	0,02	0,05	-	-
	Буфер	1,00	2,50	1,00	2,50	1,00	2,50

Змішують і витримують (10 ± 1) хв при кімнатній температурі (від $+ 20$ до $+ 25^\circ\text{C}$). Вимірюють (не пізніше (30+5) хв) оптичну щільність дослідної проби (Ед.) і калібрувальної проби (Екал.) проти холостої проби. Розрахунок результатів:

$$\text{Кальцій (ммоль/л)} = 2,5 \text{ Ед./Екал. або Кальцій (мг \%)} = 10 \cdot \text{Ед./Екал.}$$

Для розрахунку концентрації кальцію у добовій сечі отримане вище значення (ммоль/л) множать на об'єм добової сечі (л) (отримують ммоль/добу), або значення (мг %) множать на об'єм добової сечі (л) та коефіцієнт 10 (отримують мг/добу).

Таблиця 6

Референтні межі вмісту кальцію

Сироватка або плазма, норма	мг/100 мл	(мг %) ммоль/л
Кров з пуповини	8,2–11,2	2,05–2,80
Недоношені	6,2–11,0	1,55–2,75
0–10 діб	7,6–10,4	1,90–2,60
10 діб – 24 місяці	9,0–11,0	2,25–2,75
24 місяці – 12 років	8,8–10,8	2,20–2,70
12–18 років	8,4–10,2	2,10–2,55
18–60 років	8,6–10,0	2,15–2,50
60–90 років	8,8–10,2	2,20–2,55
Старші ніж 90 років	8,2–9,6	2,05–2,40
СМР, норма	мг/ 100 мл (мг %)	ммоль/л
-	4,2–5,4	1,05–1,35
Сеча, добова, норма	мг/добу	
ммоль/добу	-	-
Відсутність Са у діеті	-	5–40 0,13
1,00	-	-
Споживання Са нижче за середній рівень	50–150 1,25	
3,75	-	-
Середній рівень споживання Са*	100–300 2,50	
7,50	-	-

Примітка. * – середній рівень споживання Са – 800 мг/добу (20 ммоль/добу).

СИТУАЦІЙНІ ЗАВДАННЯ

1. Одним із чинників перетренованості є ацидоз.

Який біохімічний метод дає можливість його виявити?

Послідовність виконання завдання:

1. Дати визначення перетренованості з біохімічного погляду.
2. Встановити механізм розвитку ацидозу.
3. Пояснити вплив ацидозу на роботу ферментів.
4. Довести роль ферментів у забезпеченні фізичної працездатності та відновних процесів.
5. Дати схему послідовності розвитку відновних процесів за умов правильного виховання натренованості і в умовах перетренованості.
6. Назвати метод виявлення ацидозу.

2. Чи впливає ацидоз на активність ферментних систем гліколізу і глікогенолізу?

Послідовність виконання завдання:

1. Навести схему гліколізу.
2. Навести схему глікогенолізу.
3. Встановити їх подібність і відмінність на початкових стадіях підготовчого періоду.
4. Спільність гліколізу і глікогенолізу в анаеробних умовах і в аеробних умовах (кінцевий етап).
5. Дати визначення явища ацидозу.
6. Назвати продукт реакції, який визначає напрямок (прямий і зворотній) гліколітичних реакцій.
7. Зробити висновок.

3. У спортсменів, які займаються гірським туризмом, після походу у високогірну зону, виявили явище кетонурії.

Пояснити, що це таке і як усунути його та причину виникнення.

Послідовність виконання завдання:

1. Які особливості атмосферного складу повітря у низині, у середньо- чи високогір'ї?

2. Заняття гірським туризмом передбачає енерговитрати. До яких зон відносної потужності вони належать?
3. Які енергосубстрати використовуються для поповнення запасів АТФ?
4. Що є продуктом неповного розпаду жирних кислот?
5. Дати визначення кетонурії.
6. Які умови (аеробні чи анаеробні) сприятимуть усуненню кетонурії спортивної етіології.

4. Під час яких навантажень у спортсменів спостерігають явище глюкозурії?

Послідовність виконання завдання:

1. Дати визначення глюкозурії.
2. Чому глюкозурії передує явище гіперглікемії?
3. Назвати субстрати біологічного окиснення вуглеводного походження.
4. За яких навантажень спостерігають глікогеноліз печінкового походження?
5. Роль САС у фосфоролізі глікогену печінки.
6. Біологічний вплив емоційного чинника, зокрема адреналінового походження, на підвищення цукру крові та появу його в сечі.
7. Зробити висновок.

5. У фазі повного відновлення спортсменів виявили явище кетонурії. Що це таке? Ваші дії як тренера.

Послідовність виконання завдання:

1. Обґрунтувати на прикладі біохімічного субстрату структуру відновного процесу.
2. Дати визначення фази повного відновлення.
3. Дати визначення відкладеного типу відновлення.
4. Продуктом проміжного обміну якого біохімічного субстрату є кетони?
5. Які є різновиди кетонових тіл?
6. Клінічна етіологія явища кетонурії.
7. Узгодження Ваших дій як тренера згідно з результатом висновку клініко-медичного обстеження.

6. В яких видах спорту найчастіше спостерігається альбумінурія? Чому?

Послідовність виконання завдання:

1. До якого класу біосполук належать альбуміни?
2. Альбумінурія спортивної етіології – це патологія чи передпатологічний стан?
3. У яких видах спорту домінує розвиток силових якостей?
4. Які біохімічні сполуки домінують у складі м'язів?
5. Яка поживна речовина добового раціону спортсмена найбільше відповідає за його повноцінність і збалансованість під час занять силовими видами?
6. Які наслідки можна спостерігати від добового раціону спортсмена, перенасиченого білковою компонентою?
7. У чому суть анаболічних ефектів використання речовин стероїдної природи?
8. У яких видах спорту застосовують анаболіки для стимулювання працездатності спортсменів?

7. Які хімічні компоненти їжі Ви би використали, щоб сформувати харчовий раціон на марафонській дистанції? Обґрунтуйте.

Послідовність виконання завдання:

1. До якої зони відносної потужності належить марафонський біг?
2. Які біохімічні субстрати є джерелом біологічного окиснення?
3. До якої міри виснажуються біоджерела ресинтезу АТФ?
4. Чи спостерігають біохімічні зсуви у водно-мінеральному балансі?
5. Яка тривалість дистанції?
6. Чи передбачене харчування впродовж марафону?

8. Кетонові тіла – одне з провідних джерел енергії у відновному періоді. Чому? Пояснити, урахувавши механізм явища кетозу.

Послідовність виконання завдання:

1. Ліпідний енергетичний обмін відбувається в аеробних чи анаеробних умовах?

2. Які кінцеві продукти β - розпаду жирних кислот?
3. Що таке ацетооцтова кислота і коли вона накопичується?
4. Які причини перетворення ацетооцтової у β - гідроксималяну, а останньої в ацетон?
5. У що перетворюються кетонові тіла у відновному періоді?
6. Які умови відновного періоду порівняно з періодом виснаження енергоджерела: аеробні чи анаеробні?
7. Кетоз \rightarrow кетонемія \rightarrow кетонурія – чи ця послідовність закономірна і чому?

9. Які метаболіти циклу Кребса застосовують для пришвидшеного відновлення і чому?

Послідовність виконання завдання:

1. Чи у циклі Кребса наявний процес біологічного окиснення?
2. На рівні якого субстрату це відбувається?
3. На рівні якого субстрату вивільнена енергія запасується у вигляді АТФ?
4. Чи можна рекомендувати α -кетоглутарат як стимулятор відновних процесів?
5. Чи можна рекомендувати бурштинову кислоту для пришвидшення процесів релаксації?

10. Ви бігун на середні дистанції. Які біохімічні параметри Ви виберете для контролю за ефективністю тренувань.

Послідовність виконання завдання:

1. До якої зони належать середні дистанції?
2. Які біохімічні процеси домінують у енергообміні при обслуговуванні навантажень на середні дистанції?
3. Що є кінцевим продуктом анаеробного гліколізу і глікогенолізу?
4. Які зміни щодо накопичення молочної кислоти будуть позитивними під час виконання граничних навантажень у зоні субмаксимальної потужності?
5. Які зміни щодо накопичення молочної кислоти будуть позитивними під час виконання дозованих стандартних навантажень у зоні субмаксимальної потужності?

11. Тренер спринтера хоче відслідкувати процес рівня тренованості спортсмена.

Які біохімічні критерії Ви би порадили для контролю?

Послідовність виконання завдання:

1. До якої зони відносної потужності належать спринтерські навантаження?
2. Який біохімічний субстрат є джерелом біологічного окиснення у зоні максимальної потужності?
3. Чому підвищується вміст креатину в крові під час спринтерських дистанцій?
4. Чому після подолання спринтерських дистанцій посилюється креатинінурія?
5. Чи можна креатинемію і креатинінурію використовувати як біомаркери спринтерської тренованості і як?

12. У вашому тренувальному процесі значне місце займає швидкісно-силовий компонент. За допомогою яких біохімічних параметрів Ви би спостерігали за розвитком цієї спортивної якості?

Послідовність виконання завдання:

1. У яких видах спорту домінує прояв змішаної швидкісно-силової якості?
2. Яка зона відносної потужності обслуговує швидкісно-силову якість із забезпечення енергією?
3. У який спосіб відновлюється АТФ у зоні максимальної і суб-максимальної потужностей?
4. Чи можна рекомендувати креатинін як контроль за розвитком швидкісно-силової якості? Яким чином?
5. Чи можна рекомендувати молочну кислоту як контроль за розвитком швидкісно-силової якості? Яким чином?

13. Який тест на велоергометрі

Ви би використали і які біохімічні показники визначили, щоб оцінити рівень швидкісної витривалості?

Послідовність виконання завдання:

1. Які велоергометричні проби пропонують традиційно для контролю за рівнем швидкісної якості?
2. Що таке швидкісна витривалість?
3. У якій зоні відносної потужності відновлюються запаси АТФ для забезпечення швидкісної витривалості?
4. Чи можна вважати тест "Vita maxima", як такий, що визначає швидкісну витривалість?
5. Скільки триває тест "Vita maxima"?
6. Чи можна вважати молочну кислоту біохімічним маркером швидкісної витривалості при виконанні велоергометричної проби "Vita maxima"?

14. Два спортсмени на відбірковому етапі були протестовані за допомогою проби PWC 170 на велоергометрі. У чому її суть? Яку інформацію дала фонові і післяробоча проба на лактат?

Послідовність виконання завдання:

1. Які велоергометричні проби пропонують традиційно для контролю за рівнем загальної працездатності?
2. Суть проби PWC 170?
3. Чому саме 170 ударів серця за хвилину враховують при виконанні велоергометричної проби?
4. Який обсяг роботи виконує здорова людина порівняно зі спортсменом при інтенсивності роботи серця 170 уд./хв?
5. У якої людини (спортсмена чи неспортсмена) будуть більші зсуви молочної кислоти у відповідь на пробу PWC 170?

15. Як змінюються показники гемоглобіну та міоглобіну в умовах середньо- чи високогір'я? Чому?

Чи використовуються ці адаптаційні ефекти і з якою метою?

Послідовність виконання завдання:

1. Як відрізняється повітря за вмістом у ньому кисню, залежно від висоти над рівнем моря?
2. Яка функція гемоглобіну в крові?
3. Яка біологічна роль міоглобіну м'язів?

4. У чому полягають адаптаційні ефекти середньо- і високогір'я, пов'язані з гемоглобіном у крові?
5. У чому суть адаптаційних ефектів середньо- і високогір'я, пов'язані з міоглобіном у м'язах?
6. Чи зберігаються адаптаційні ефекти, пов'язані із вищим вмістом гемоглобіну в еритроцитах крові у низині і як довго?
7. Чи зберігаються адаптаційні ефекти з підвищення вмісту міоглобіну у м'язах після повернення із зони середньогір'я і як довго?
8. Чи впливає підвищення гемоглобіну в крові та міоглобіну у м'язах на працездатність спортсменів?

16. У спортсменів виявили креатинін у сечі. Це явище трактують як норму чи патологію? У результаті якого процесу цей метаболіт нагромаджується?

Послідовність виконання завдання:

1. Метаболітом якої реакції є креатин?
2. Чим відрізняється структура креатину від креатиніну?
3. Чому нормою є креатинінурія, а креатинурія – ні?
4. При яких навантаженнях задіювання КрФ-азної реакції є провідним джерелом ресинтезу АТФ?
5. Чи наявна посилена креатинінурія на пізніх стадіях відновлення після швидкісної роботи?
6. Чи можна креатинін використовувати як біомаркер адаптації до виконання вправ і в якій зоні?

17. Біохімічний критерій фосфору неорганічного визначили у сечі двох спортсменів до і після дозованого стандарт-тесту. У одного з них різниця порівняно з фоновим виявилась вдвічі більшою. Про що це свідчить?

Послідовність виконання завдання:

1. Що є універсальною енергетичною одиницею із забезпечення роботи м'язів?
2. Які речовини виділяються при гідролізі АТФ?

3. Яка неорганічна речовина виділяється вільно після хемоосмотичного спряження гідролізу АТФ з міозин-актиновим комплексом?
4. Чи залежить накопичення фосфору неорганічного (Рн) у м'язах від походження АТФ (креатинфосфорного, гліколітичного тощо)?
5. Чому фосфор неорганічний (Рн) вважають опосередкованим критерієм ціни вартості виконаної вправи?
6. Чи добре, що дозований стандарт-тест, однаковий для двох спортсменів, викликає у одного з них вдвічі вищу екскрецію фосфору неорганічного?

18. Під час турніру в спортсменів командного виду спорту визначили екскрецію сечовини з ранковою порцією сечі. Як можна прокоментувати результати таких досліджень?

Послідовність виконання завдання:

1. Пояснити, що таке сечовина як продукт азотового обміну?
2. Це продукт енергетичного чи пластичного білкового обміну?
3. Яка головна біологічна роль білка: енергетична чи пластична?
4. Білок окиснюється і слугує джерелом енергії. Це добре чи ні?
5. Чи добре, що аміак накопичується в процесі біологічного окиснення амінокислот і підвищується його концентрація в крові?
6. Що таке орнітиновий цикл печінки зі знешкодження аміаку і синтезу сечовини?
7. Чи добре, що збільшення сечовини засвідчує про збільшення частки білка в енергообміні?
8. Що відбувається при цьому з іншими біосубстратами енергетичного обміну (вуглеводами тощо)?
9. Послідовність включення субстратів біологічного окиснення така: вуглеводи → жири → білки. Це правильна схема чи ні?
10. Чому сечовину вважають універсальним критерієм втоми?
11. Чи втомиться більше той, у кого вміст сечовини на різних стадіях відновлення вищий чи нижчий?
12. Чи більш тренований той, хто має у ранковій порції сечі після турніру менший вміст сечовини чи більший?

13. Чи можна сечовину використовувати як біомаркер на предмет виявлення енергетичного внеску індивідуума в межах колективу в командних видах спорту?

19. Під час яких навантажень спостерігають порушення водно-сольового балансу? Які біохімічні показники мають бути вибрані для контролю над цією ситуацією?

Послідовність виконання завдання:

1. Що таке водно-сольовий баланс?
2. Під час яких навантажень спостерігають особливо великі втрати води шляхом потовиділення?
3. Який склад поту людини в нормі?
4. Які якісні зміни у складі поту людини відбуваються під час навантажень різного обсягу та інтенсивності?
5. Чому під час подолання марафонської дистанції передбачається харчування кожні 5 км?
6. Чи доцільно визначати вміст K^+ , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} та інших мікроелементів у поті для забезпечення біохімічного контролю?
7. Який склад спортивного напою марафонця?

20. З яким біохімічним показником пов'язують больові відчуття у м'язах і після яких фізичних навантажень? Обґрунтувати свої міркування.

Послідовність виконання завдання:

1. Що таке спряжене з фосфорилюванням біологічне окиснення?
2. Коли настає порушення балансу між видобутком енергії та її акумуляцією?
3. Як впливає посилене виділення енергії у вигляді тепла на м'язи?
4. Що має більший вплив – обсяг чи інтенсивність вправ на зсув балансу між біологічним окисненням і ресинтезом АТФ?
5. Як прискорити усунення молочної кислоти з м'язів?
6. У якій зоні відносної потужності є максимум накопичення молочної кислоти?
7. Вказати на позитивний бік впливу молочної кислоти (розминання) і її негативне значення (вторинне підвищення $t^{\circ}C$ тіла під час роботи м'язів)?

21. Які стани настають в організмі при глобальному і тотальному зниженні рівня АТФ?

Послідовність виконання завдання:

1. Який вміст АТФ у м'язах у стані відносного спокою?
2. Як змінюється концентрація АТФ у м'язах ?
3. Які є шляхи поповнення запасів АТФ під час роботи?
4. У чому суть принципу гетерохронності біохімічної реституції?
5. Якщо АТФ є універсальною енергетичною одиницею, то чого слід очікувати при неможливості її відновлення?
6. Нижче якого рівня вмісту АТФ м'язів неможливим є скорочення м'язів?
7. Чи лише АТФ використовується тільки для скорочення м'язів?
8. Чому АТФ використовується для розслаблення м'язів?

22. Які зміни у м'язах будуть спостерігатись при прогресувальній екскреції іонів кальцію? Обґрунтувати свої міркування.

Послідовність виконання завдання:

1. Яка роль іонів кальцію Ca^{2+} у м'язовому скороченні?
2. Де перебувають іони кальцію Ca^{2+} під час розслаблення м'язів?
3. Що таке екскреція іонів Ca^{2+} і її шляхи?
4. До чого може призвести порушення балансу щодо поповнення запасів іонів Ca^{2+} ?
5. Якщо екскреція іонів Ca^{2+} переважає над поступленням в організм, то чи достатньою буде АТФ-азна активність міозину із забезпечення гідролізу АТФ?
6. Чи можна розслабити м'яз, якщо не зв'язати іони Ca^{2+} з білком кальмодуліном саркоплазматичного ретикулулу.
7. Що таке контрактура м'язів?

23. У чому полягає позитивний і негативний аспект розмежування спряження біологічного окиснення і дихального фосфорилування? Чи наявне використання цього явища під час занять спортом?

Послідовність виконання завдання:

1. Що таке біологічне окиснення і його ефекти у енергетичному обміні речовин?

2. Які субстрати використовують у ролі об'єктів біологічного окиснення?
3. У яких органелах клітини відбувається найбільш енергоефективне біологічне окиснення?
4. Чи супроводжується біологічне окиснення виділенням теплової енергії?
5. Чи запасується енергія в мітохондріях у вигляді макроергічних субстратів?
6. Що є субстратом універсального макроергічного акумулятора енергії у клітині?
7. Що можна спостерігати при розмежуванні між процесами видобутку енергії (біологічне окиснення) і її акумуляцією (у вигляді ресинтезу АТФ шляхом фосфорилування АДФ)?
8. У якій зоні відносної потужності найчастіше трапляється порушення такого спряження?
9. Чи буде посилене тепловиділення під час розминання позитивним?
10. Чи позитивно вплине вторинне тепловиділення під час м'язової роботи?

24. Нагромадження яких метаболітів вважають чинниками втоми у зоні максимальної, субмаксимальної, великої і помірної потужностей?

Послідовність виконання завдання:

1. Яка реакція ресинтезу АТФ домінує в зоні максимальної потужності?
2. Чи можна вважати явище екскреції креатиніну чинником втоми у зоні максимальної потужності?
3. Яким шляхом відновлюються запаси АТФ у зоні субмаксимальної потужності?
4. Чи слід вважати молочну кислоту чинником втоми у зоні субмаксимальної потужності, знаючи про її максимальне накопичення тут?
5. Чому сечовину називають універсальним критерієм втоми і найчастіше використовують для виявлення глибини втоми в зонах великої і помірної потужностей?
6. ГАМК – відомий блокатор передачі нервового імпульсу на м'яз – буде збільшуватись у м'язах при втомі чи ні?

7. Чи можна вважати глюкоурію, кетонурію та альбумінурію біохімічними показниками втоми після надмірних фізичних навантажень?

25. Які речовини утворюються із глюкози в процесі пластичного обміну?

Послідовність виконання завдання:

1. Що таке пластичний обмін і чому тут домінують реакції синтезу?
2. Глюкоза належить до простих чи складних вуглеводів?
3. Що є мономером глікогену м'язів і печінки?
4. Посилений синтез складних вуглеводів сприятиме зниженню чи підвищенню концентрації глюкози у крові?

26. Роль γ -аміноасляної кислоти. Яке її походження?

За яких обставин посилюється синтез в організмі?

Послідовність виконання завдання:

1. Що таке окисне декарбоксилювання амінокислот?
2. Декарбоксилювання якої амінокислоти призведе до утворення ГАМК?
3. Чи супроводжується окисне декарбоксилювання вивільненням енергії?
4. Якщо ГАМК білкового походження і утворюється в результаті реакцій розпаду, то чи посилений її синтез буде слугувати сигналом посиленого розпаду білків?
5. Чи посилений розпад білків позитивно впливає на організм, який росте і розвивається?
6. Чи посилений розпад білків призведе до порушення азотового балансу (негативного чи позитивного)?
7. У якому віці спостерігають негативний азотовий баланс?
8. Чи можна пропонувати ГАМК як біохімічний маркер контролю за балансом азоту в організмі?

27. Процес біохімічної реституції має коливний характер. Описати фази циклу і пояснити на прикладі одного з біохімічних параметрів.

Послідовність виконання завдання:

1. Що таке фаза виснаження і як це впливає на внутрішні запаси КрФ і глікогену?

2. Фаза неповного відновлення передує суперкомпенсації чи навпаки?
3. Фаза суперкомпенсації тим вища, чим нижчою є фаза виснаження. Хто є автором відкриття такої закономірності?
4. Чи можна теоретичне надбання Енгельгардта застосувати у практичній роботі тренера?
5. Чи правда, що фаза повного відновлення настає після суперкомпенсації?
6. У якій фазі відновлюється робочий рівень КрФ і глікогену м'язів і печінки?

28. У чому полягатиме кумулятивний ефект від повторних навантажень, які задавали в фазі суперкомпенсації після попередніх?

Обґрунтуйте на прикладі.

Послідовність виконання завдання:

1. Чи перебуває організм спортсмена впродовж фази суперкомпенсації у найвигіднійшій позиції щодо відтворення енергосубстратів?
2. Принцип позитивної взаємодії тренувальних ефектів, який наявний при підсумовуванні одиночних ефектів під час повторної роботи впродовж фази суперкомпенсації ґрунтується на яких ефектах стосовно біосубстратів?
3. Які навантаження можуть домінувати за умови накопичення у фазі суперкомпенсації максимальної кількості КрФ?
4. Чому при максимальному накопиченні глікогену м'язів у період його піку найкраще розвивати швидкісно-силові вправи?
5. Новий виток швидкісної витривалості буде правильно починати з суперкомпенсації КрФ чи глікогену м'язів?

29. Які ефекти від повторних навантажень спостерігатимемо, якщо кожне наступне задаватимемо на стадії недовідновлення? Пояснити на прикладі біохімічного показника.

Послідовність виконання завдання:

1. Що таке стадія неповного відновлення біохімічних параметрів?

2. Який вміст КрФ у м'язах будемо спостерігати на стадії неповного відновлення?
3. Який вміст глікогену в м'язах будемо спостерігати на стадії неповного відновлення?
4. Надвідновні стани з серією повторних навантажень призводять до негативної взаємодії тренувальних ефектів. Чому?
5. Чому мікроцикл на витривалість тренери часто починають і повторно застосовують на стадії неповного відновлення?
6. У змагальному періоді вправи зазвичай повторюються на стадії неповного відновлення енергосубстрату. Як натренувати до цього спортсмена?

30. Яким буде підсумковий ефект від повторних вправ за умови, коли кожна наступну вправу задавати на стадії повного відновлення? Чи буде приріст тренованої функції? Пояснити на прикладі одного із шляхів енергозабезпечення.

Послідовність виконання завдання:

1. Чи відповідає вміст КрФ і глікогену м'язів вихідному рівню на стадії повного відновлення?
2. Чому спостерігають нейтральну взаємодію підсумкових ефектів в окремих мікроциклах, що розпочинались на стадії повного відновлення?
3. Для чого тренери починають наступний мікроцикл на стадії повного відновлення, адже такий підхід не поліпшує результат?
4. Чи є можливим доведення виконання рухової навички до автоматизму на тлі нейтральної взаємодії тренувальних ефектів?
5. Чи відрізняються суперкомпенсаторні піки за висотою і тривалістю під час підсумування за умов повторень серій мікроциклів, що розпочинаються на стадії повного відновлення?

31. Під час яких навантажень спостерігають явище гіпоглікемії?

Послідовність виконання завдання:

1. При виконанні вправ у яких зонах відносної потужності глікоген м'язів розщеплюється найінтенсивніше?
2. У якій зоні відносної потужності накопичується максимум молочної кислоти?

3. Що станеться з вмістом цукру в крові, якщо він буде витрачатися на забезпечення інтенсивної роботи м'язів?
4. Чи "пробачає" мозок м'язам вичерпування для своєї роботи цукор крові?
5. Як "карає" мозок організм людини за умови різкого зниження цукру крові у зв'язку з інтенсивністю роботи м'язів?
6. Гіпоглікемія передує коматозному стану. Як йому запобігти?
7. Які симптоми гіпоглікемії?

32. Визначити час відновлення рівня рН і лактату крові після м'язової діяльності спринтерського спрямування.

Послідовність виконання завдання:

1. Що таке рН крові і який його показник у стані відносного спокою?
2. Яка концентрація молочної кислоти у нормі?
3. Чи може змінитись показник рН і показник молочної кислоти крові у спринтера і за яких обставин?
4. Зазвичай одиночну вправу спринтер виконує у зоні максимальної потужності, а в якій зоні перебуватимуть спринтерські вправи, що повторюються (наприклад, під час тренувань)?
5. Чи потрібно багато часу на відновлення (скільки) за умов одиночного і багаторазового спринтерського навантаження?

33. Який зазвичай (у стані спокою) показник рН артеріальної крові? М'язів? Як змінюється цей показник під час виконання фізичного навантаження в зоні субмаксимальної потужності?

Послідовність виконання завдання:

1. У якій зоні відносної потужності має максимально накопичується молочна кислота?
2. Чи може вплинути молочна кислота на рН крові?
3. У нормі рН крові дорівнює 7,34 – 7,36. Який рівень крові буде при ацидозі?
4. Субмаксимальну зону зазвичай супроводжує ацидоз. Які спортсмени мають до нього найбільшу опірність?
5. Буферні системи забезпечують боротьбу з ацидозом. У яких спортсменів вони матимуть найбільшу ємність?

34. Описати хронологічну послідовність явищ розтренування в біоенергетичному аспекті. Як це впливає на стан рухових якостей спортсмена (швидкості, гнучкості, сили, витривалості).

Послідовність виконання завдання:

1. Дати визначення розтренування.
2. Найшвидше натреноується гнучкість потім швидкість, сила і витривалість. Чи зберігається така послідовність щодо розтренування?
3. Що таке сенситивні періоди розвитку рухових якостей?
4. У якому віці слід починати розвиток якостей гнучкості?
5. Чому силу розвивають після початку пубертату?
6. Чому з віком м'язи людини втрачають свою силу?
7. Чому витривалість останньою "покине" організм людини?

35. Як впливають на спортивну діяльність анаболічні стероїди? Які можуть бути наслідки їх використання?

Послідовність виконання завдання:

1. Що належить до класу стероїдів?
2. Що спільного із холестерином, кортикостероїдами, вітамінами групи Д і статевими гормонами?
3. Тестостерон різко підвищує свою концентрацію під час статевого дозрівання. Як при цьому зміниться м'язова компонента тіла?
4. Анаболічний обмін діаметрально протилежний катаболічному. Як ще можна назвати ці обміни речовин?
5. У якому віці усі реакції синтезу (а особливо білка) різко збільшують свою потужність?
6. Штучні стероїди посилюють реакції пластичного обміну (реакції протеїносинтезу). Який негативний бік цього впливу?

36. Як фізичні тренування змінюють біологію процесу старіння? Поняття біологічного віку спортсмена.

Послідовність виконання завдання:

1. Що таке біологічний вік людини?
2. Що таке хронологічний (паспортний) вік людини?

3. Чи надмірні вправи впливатимуть на біологічний вік людини? Яким чином?
4. Чи помірні навантаження впливатимуть на біологічний вік людини і в чому їх позитивне значення?
5. Чого слід уникати спортсмену аби запобігти передчасному старінню?
6. Рух – це життя. Який рух поліпшує якість життя?

37. Чому вважають, що сила є базою для прояву швидкості і навпаки?

Послідовність виконання завдання:

1. З'ясувати генетичні передумови силових здібностей.
2. З'ясувати генетичні передумови швидкісних здібностей.
3. Довести діаметральну протилежність між чинниками, які генетично лімітують розвиток силових і швидкісних здібностей.
4. Встановити джерела енергозабезпечення під час прояву якостей сили і швидкості.
5. Спільність яких механізмів ресинтезу АТФ створює базу для обопільного розвитку сили і швидкості?

38. Відомо, що при перетренуванні розвивається ацидоз крові. Яким чином це явище пов'язано з діяльністю буферних систем і як воно впливає на ферментативну активність?

Як уникнути спортсмену цього явища?

Послідовність виконання завдання:

1. Що таке ацидоз крові і чим він зумовлений?
2. Чому вичерпується ємність буферних систем під час перетренованого стану?
3. Якої природи є ферменти і як змінюється їх активність під час ацидозу?
4. Як уникнути спортсмену цього явища?

39. У спортсменів, які займаються гірським туризмом, після їх походу у високогірну зону, виявили кетонурію.

Чи є це явище патологією?

Яким чином воно усувається?

Послідовність виконання завдання:

1. З'ясувати з яким типом обміну пов'язане утворення кетонів тїл?
2. Розкрити механізм β -розщеплення жирних кислот і зв'язок з циклом Кребса.
3. Які умови спонукають утворення кетонів тїл?
4. Що є основним джерелом енергії у відновний період?
5. Що можна рекомендувати тренеру для усунення явища кетонурії, якщо вона спостерігається у фазі повного відновлення?

40. Ви бігун. Виконана вами робота належить до зони великої потужності. Які проміжні продукти циклу трикарбонівих кислот ви введете у свій харчовий раціон, щоб прискорити процеси відновлення організму?

Послідовність виконання завдання:

1. Що з біологічних позицій характерне для роботи великої зони відносної потужності роботи?
2. Що слугує джерелом енергії при виконанні роботи такого типу?
3. Які метаболіти циклу трикарбонівих кислот ви можете застосувати для прискорення відновлення організму?
4. Які можливості організму розвивають вправи на витривалість?

41. Вам необхідно визначити рівень спеціальної натренованості спортсмена, використовуючи елементи біохімічного контролю.

Послідовність виконання завдання:

1. Основні завдання біохімічного контролю в спорті.
2. Специфічність навантажень при визначенні спеціальної натренованості.
3. Чи має значення зона відносної потужності, в якій домінують тренувальні вправи
4. Які біохімічні методи можна застосувати для контролю за рівнем спеціальної натренованості?

42. Який шлях енергозабезпечення домінує у зоні субмаксимальної потужності? Які вправи можна використовувати для його удосконалення?

Послідовність виконання завдання:

1. Які є зони відносної потужності?
2. Які є субстрати біологічного окиснення в зоні субмаксимальної потужності?
3. Які вправи за своєю тривалістю належать до зони субмаксимальної потужності?
4. Чи можна застосовувати глікогенне навантаження як харчовий чинник раціоналізації?

43. Яка послідовність хімічних реакцій скорочення і розслаблення м'язів? Роль іонів у цих процесах.

Послідовність виконання завдання:

1. Яка роль іонів K^+ , Na^+ у переданні нервового імпульсу на м'яз?
2. Де знаходяться іони Ca^{2+} під час скорочення і розслаблення м'язів?
3. Які іони активують АТФ-азну активність головки міозину?
4. Роль іонів Mg^{2+} .
5. Що є наслідком гідролізу АТФ під час скорочення м'язів?
6. Що таке міозин-актиновий макроергічний комплекс?
7. До чого веде перетворення макроергічного міозин-актинового комплексу в немакроергічний?
8. У чому суть теорії ковзання і закручування?
9. Як впливає місток між міозином і актином на будову саркомера?

44. Вам необхідно визначити рівень загальної натренованості спортсмена на основі біохімічного контролю.

Послідовність виконання завдання:

1. Основні завдання біохімічного контролю в спорті.
2. Які фізичні навантаження використовують при визначенні загальної натренованості?
3. Які біохімічні методи можна застосувати для контролю за загальною фізичною натренованістю спортсменів?
4. Чи можна застосовувати тест PWC 170?

45. Під час медичного контролю спортсменів, які пробігли марафон, виявили альбумінурію. Чи можна класифікувати це явище як патологію? Що таке спортивна альбумінурія? Які висновки має зробити тренер, якщо спортсмени за цим показником розділились на тих, у яких виявлено і не виявлено альбумінурії?
Послідовність виконання завдання:

1. З'ясувати, які джерела енергії залучаються при виконанні наддовгих дистанцій?
2. Які причини появи білка в сечі?
3. Як можна класифікувати спортсменів за цим показником на предмет їх витривалості?
4. Які рекомендації можна дати тренеру щодо корекції спортивної діяльності марафонців?

46. Ви тренер. Для підвищення працездатності Ваша команда виїжджає на тренувальний збір в умови середньо-чи високогір'я. Які вітаміни Ви запропонуєте для прискорення адаптативних реакцій спортсменів?
Послідовність виконання завдання:

1. Роль вітамінів у спортивній діяльності людини.
2. Які вітаміни і чому прискорюють адаптативні процеси в організмі спортсменів в умовах висотної гіпоксії? Вкажіть харчові джерела цих вітамінів.
3. Які вітаміни беруть участь у синтезі гемоглобіну?
4. Який вітамінний комплекс забезпечує перехід анаеробного окиснення в аеробне?
5. Які вправи порекомендуєте своїм підопічним на перших етапах адаптації?

47. Ви проводите тренувальні заняття з дітьми і підлітками. Якими мають бути ці заняття, враховуючи біохімічну характеристику дитячого організму, який росте?
Послідовність виконання завдання:

1. Біохімічні особливості організму, який росте і розвивається.
2. Яка різниця між дитячим організмом і підлітковим?

3. Який азотовий баланс організму, що росте?
4. Що таке сенситивні періоди розвитку фізичних якостей?
5. Біохімічне обґрунтування методики під час занять фізичними вправами з дітьми і підлітками.

48. Дайте характеристику міокіназної реакції ресинтезу АТФ.

Під час виконання яких вправ вона домінує?

Послідовність виконання завдання:

1. Чому міокіназну реакцію називають допоміжною або аварійною?
2. У чому її суть?
3. Який шлях виходу АМФ за межі енергообміну?
4. Коли організм використовує цей шлях ресинтезу АТФ?
5. Це аеробний чи анаеробний шлях?

49. У чому суть гетерохронності біохімічної реституції?

Чи застосовують її у тренерській практиці?

Послідовність виконання завдання:

1. Що означають терміни “гетерохронність” і “реституція”?
2. Яка послідовність залучення різних джерел енергії щодо запасів АТФ?
3. Чи зберігається ця послідовність під час відновлення у період відпочинку після роботи?
4. Відновлення якої речовини є винятком у послідовності гетерохронності біохімічної реституції?

50. Чому САС є провідною у забезпеченні гомеостазу під час м'язів?

Послідовність виконання завдання:

1. Що таке САС і її компоненти?
2. Яке співвідношення НА/А є оптимальним і визначає стан бойової готовності?
3. Як змінюється НА/А за умов передстартової лихоманки?
4. Як змінюється НА/А за умов передстартової апатії?
5. З якою ланкою САС пов'язують прояв швидкості?
6. З якою ланкою САС пов'язують прояв сили?
7. Чи впливає САС на витривалість?

ТЕСТИ З КУРСУ “БІОХІМІЯ”

СТАТИЧНА БІОХІМІЯ

1. Вода в живих системах. Обмін води і мінеральних солей в організмі людини

1. За рахунок яких реакцій обміну речовин утворюється вода?

- а) гідролізу;
- б) відновного амінування;
- в) окиснення жиру;
- г) декарбокислювання.

2. За рахунок якої води тканини і органи мають достатню щільність і не змінюють своєї форми в нормальних умовах?

- а) вільної;
- б) зв'язаної;
- в) мобільної;
- г) цитоплазматичної.

3. Яка вода є повністю зв'язаною?

- а) гідратаційна;
- б) іммобільна;
- в) мобільна;
- г) цитоплазматична.

4. Яка вода є основою крові, лімфи, міжклітинної рідини, травних соків, сечі?

- а) гідратаційна;
- б) іммобільна;
- в) мобільна;
- г) цитоплазматична.

5. Яка вода може бути розчинником іонів та полярних молекул і має значення в їх перенесенні через мембрани?

- а) гідратаційна;
- б) іммобільна;
- в) мобільна;
- г) цитоплазматична.

6. Чи здатні різні стани води до взаємоперетворень?

- а) так;
- б) ні;
- в) частково;
- г) при фізичних навантаженнях.

7. Від яких чинників залежать втрати води організмом?

- а) фізичне навантаження;
- б) кліматичне;
- в) особливості обміну;
- г) усі названі чинники.

8. Надлишок води в організмі виникає...

- а) внаслідок споживання великої кількості рідини;
- б) при підвищеній кількості в раціоні харчування солей натрію;
- в) при надлишку в харчовому раціоні калію;
- г) при надлишку в харчовому раціоні кальцію.

9. До чого призводить нестача води в організмі після тривалих фізичних навантажень?

- а) порушення процесів обміну та підвищення температури тіла;
- б) згущення крові;
- в) нагромадження продуктів обміну;
- г) до всіх перелічених станів.

10. За рахунок яких мінеральних елементів забезпечується водно-сольова рівновага в організмі?

- а) кальцію;
- б) заліза;

- в) магнію;
- г) натрію.

11. При якому співвідношенні найліпше засвоюється в організмі кальцій і фосфор Са:Р?

- а) 1 : 1,3;
- б) 1 : 2;
- в) 1,5 : 1;
- г) 1 : 1,5.

12. Які іони безпосередньо беруть участь у скороченні м'язів?

- а) Zn^{2+} ;
- б) Ca^{2+} ;
- в) Na^+ ;
- г) Fe^{2+} .

13. Які мінеральні речовини не беруть участі в утворенні буферних систем?

- а) бікарбонати;
- б) фосфати;
- в) солі амонію;
- г) хлориди.

14. Як впливає на мінеральний обмін гіподинамія?

- а) сприяє демінералізації кісткової тканини;
- б) посиленому виведенню кальцію з сечею;
- в) затримці натрію в організмі;
- г) посиленому виведенню натрію з сечею.

15. До яких змін в організмі не призводить порушення водно-сольового балансу при тривалих спортивних навантаженнях?

- а) до втрати з сечею фосфатів;
- б) до втрати з потом хлоридів;
- в) до втрати іонів кальцію;
- г) до глюкозурії.

16. Ацидоз – це...

- а) накопичення іонів OH^- у тканинах;
- б) накопичення іонів H^+ у тканинах;
- в) коли кількість кислих і лужних іонів однакова;
- г) настає під час дисоціації H_2O .

**17. Де в організмі людини
вміст води найменший?**

- а) у серці;
- б) у кістковій тканині;
- в) у нирках;
- г) у легенях.

18. рН середовища – це...

- а) водневий показник;
- б) показник ступеня алкалозу;
- в) показник буферної ємності;
- г) показник ступеня гідролізу.

**19. Загальний вміст води
в організмі людини становить?**

- а) 10 – 30 %;
- б) 30 – 50 %;
- в) 50 – 70 %;
- г) 80 – 99 %.

**20. Які фізико-хімічні властивості
не характерні для води:**

- а) неполярність;
- б) електронейтральність;
- в) хімічна інертність;
- г) сильний електроліт.

21. Яке з тверджень неправильне?

- а) лабільна вода міститься в рідинах організму;
- б) мобільна вода виконує транспортну функцію;

- в) мобільна вода має властивості розчинника;
- г) мобільна вода міститься в складі субклітинних структур.

22. Осмос – це...

- а) активний транспорт речовин через мембрани;
- б) дифузія;
- в) рух води через півпроникну мембрану з гіпотонічного в бік гіпертонічного розчину;
- г) кислотно-лужна рівновага.

23. Які властивості води дозволяють виконувати транспортні функції в організмі?

- а) низька в'язкість і рухливість;
- б) низька теплопровідність;
- в) низька теплоємність;
- г) неполярність молекули.

24. Скільки за добу в людини утворюється метаболічної води?

- а) 1 – 2 л;
- б) 0,1 л;
- в) 3 – 4 л;
- г) 0,3 – 0,4 л.

25. Де найбільший вміст води в організмі?

- а) у міжклітинному просторі;
- б) у клітині;
- в) у рибосомах;
- г) у ядрі.

26. Скільки відсотків від загальної кількості води становить внутрішньоклітинна вода?

- а) 63 %;
- б) 92 %;
- в) 10 %;
- г) 1 %.

27. Вода, яка утворюється в процесі обміну речовин в організмі, називається...

- а) ендогенною;
- б) екзогенною;
- в) іммобільною;
- г) структурованою.

2. Вуглеводи. Будова, властивості та біологічна роль

1. Яке співвідношення атомів С, Н і О у молекулі вуглеводів?

- а) 1:4:1;
- б) 1:2:1;
- в) 2:1:1;
- г) 3:2:1.

2. На які групи поділяються моносахариди, залежно від кількості атомів карбону?

- а) кетози та альдози;
- б) моно-, оліго- і полісахариди;
- в) біози, тріози, тетрози, пентози, гексози ...;
- г) полігідроксиальдегіди і полігідроксикетони.

3. Які функціональні групи характерні для вуглеводів?

- а) карбоксильна та аміногрупа;
- б) карбоксильна та гідроксильна;
- в) гідроксильна та карбонільна група;
- г) карбонільна та аміногрупа.

4. Явище стереоізомерії у вуглеводів зумовлено наявністю...

- а) карбонільної групи;
- б) аміногрупи;
- в) асиметричних атомів карбону;
- г) атомів кисню.

5. Які з запропонованих пар вуглеводів

є оптичними ізомерами?

- а) глюкоза, фруктоза;
- б) D-глюкоза L-глюкоза;
- в) альфа-глюкоза, бета-глюкоза;
- г) глюкоза, маноза.

6. Циклічні ізомери утворюють...

- а) альфа- і бета- форми залежно від розташування глікозидного гідроксилу;
- б) D- і L-ряд залежно від розташування глікозидного гідроксилу;
- в) альфа- і бета- форми залежно від розташування водню і гідроксилу біля найбільш віддаленого від карбонільної групи асиметричного атома карбону;
- г) D- і L-ряд залежно від розташування водню і гідроксилу біля найбільш віддаленого від карбонільної групи асиметричного атома карбону.

7. Які з вказаних просторових ізомерів є епімерами?

- а) глюкоза, арабіноза;
- б) арабіноза, галактоза;
- в) глюкоза, маноза;
- г) маноза, арабіноза.

8. Які з наведених вуглеводів не володіють властивостями відновника?

- а) глюкоза;
- б) мальтоза;
- в) лактоза;
- г) сахароза.

9. У результаті окислення альдоз утворюються...

- а) кислоти;
- б) спирти;
- в) альдегіди;
- г) кетони.

10. Які з вказаних вуглеводів містять у своєму складі бета-D-фруктозу?

- а) мальтоза;
- б) сахароза;
- в) лактоза;
- г) галактоза.

11. Які моносахариди утворюються при кислотному гідролізі лактози?

- а) два залишки D-глюкози;
- б) альфа-D-глюкоза і бета-D-галактоза;
- в) D-глюкоза і D-фруктоза;
- г) два залишки D-манози.

12. Який моносахарид є продуктом повного гідролізу глікогену?

- а) D-фруктоза;
- б) глюкозо-1-фосфат;
- в) глюкозо-6-фосфат;
- г) D-глюкоза.

13. Який моносахарид утвориться при повному гідролізі крохмалю?

- а) D-галактоза;
- б) альфа-D-глюкоза;
- в) D-фруктоза;
- г) D-фруктозо-6-фосфат.

14. Який моносахарид утвориться при повному гідролізі целюлози?

- а) бета-D-глюкоза;
- б) D-фруктоза;
- в) альфа-D-глюкоза;
- г) D-галактоза.

15. Який вуглевод належить до гетерополісахаридів?

- а) арабіноза;
- б) гепарин;
- в) глікоген;
- г) крохмаль.

16. Який вуглевод належить до гомополісахаридів?

- а) сахароза;
- б) гепарин;
- в) гіалуронова кислота;
- г) крохмаль.

17. Які речовини є структурними компонентами нейрамінової кислоти?

- а) залишки манозаміну і пірувату;
- б) залишки арабінози;
- в) продукт конденсації галактози і глюкозаміну;
- г) глюкуронат і N-ацетилгалактозамінсульфат, які пов'язані бета-1,3 і бета-1,4-глюкозидними зв'язками.

18. Які речовини є структурними компонентами гіалуронової кислоти?

- а) дві молекули мальтози;
- б) дві молекули бета-глюкози;
- в) глюкозамін, глюкуронат, ацетат;
- г) галактозамін, глюкуронат, сірчана кислота.

19. Із зазначених тверджень виберіть правильне:

- а) складовими компонентами целюлози є альфа-глюкоза;
- б) при кислотному гідролізі крохмалю утворюється мальтоза;
- в) при дії на мальтозу мальтази утворюється альфа-глюкоза;
- г) продуктами гідролізу багатьох полісахаридів є пентози і їх похідні.

20. Із запропонованих тверджень виберіть правильне:

- а) циклічні форми моносахаридів в розчині здебільшого переважають над відкритою ланцюговою формою;
- б) глікоген – білий порошок, що не розчиняється у воді;
- в) моносахариди – речовини, які розчиняються в органічних розчинниках;
- г) при окисленні альдоз і кетоз утворюються багатоатомні спирти.

21. Найважливіші функції вуглеводів:

- а) енергетична, транспортна, захисна;
- б) енергетична, структурна, каталітична;
- в) енергетична, структурна, захисна;
- г) каталітична, структурна.

22. Для гомополісахаридів характерно:

- а) висока молекулярна маса, складні фізико-хімічні властивості;
- б) побудовані із залишків одного моносахариду;
- в) під час гідролізу утворюється дві молекули гексоз;
- г) молекули побудовані із залишків різних моносахаридів.

23. За хімічними властивостями вуглеводи є...

- а) багатоосновними кислотами;
- б) багатоатомними альдегідоспиртами;
- в) багатоатомними альдегідоспиртами та кетоспиртами;
- г) багатоатомними спиртами.

24. Гетерополісахариди поділяють на дві групи:

- а) глікозаміноглікани та протеоглікани;
- б) глікозаміноглікани та глюкополісахариди;
- в) глікопротеїни та глюкополісахариди;
- г) гексози та пентози.

25. Олігосахариди – це...

- а) вуглеводи, які не піддаються гідролізу з утворенням більш простих сполук;
- б) природні високомолекулярні речовини, молекули яких складаються з сотень або навіть тисяч залишків моносахаридів, зв'язаних між собою глікозидними зв'язками, що розщеплюються при гідролізі;
- в) вуглеводи, молекули яких утворюються з двох–десяти залишків моносахаридів, які зв'язані між собою глікозидними зв'язками;
- г) глюкоза та фруктоза.

26. Фруктоза належить до...

- а) кетогексоз ;
- б) альдогексоз;
- в) альдоз;
- г) кетоз.

27. В організмі людини та тварин роль резервного полісахариду відіграє...

- а) крохмаль;
- б) гепарин;
- в) целюлоза;
- г) глікоген.

28. Для полісахаридів не характерно:

- а) солодші на смак;
- б) при повному гідролізі розщеплюються на моносахариди;
- в) природні високомолекулярні сполуки;
- г) полісахариди поділяють на дві групи: гомополісахариди та гетерополісахариди.

29. Глюкоза належить до...

- а) кетоз;
- б) альдоз;
- в) альдогексоз;
- г) кетогексоз.

30. Яка речовина дає позитивну реакцію Фелінга?

- а) сахароза;
- б) крохмаль;
- в) глікоген;
- г) глюкоза.

31. Який дисахарид не містить α -D-глюкозу?

- а) мальтоза;
- б) сахароза;
- в) целобіоза;
- г) лактоза.

32. Із вказаних властивостей виберіть ту, яка характерна для дисахаридів:

- а) не розчиняються у воді;
- б) оптично неактивні;
- в) здатні до кислотного або ферментативного гідролізу;
- г) побудовані з великої кількості залишків моносахаридів.

3. Ліпіди. Будова, властивості та біологічна роль

1. Яку роль в організмі людини відіграють жири?

- а) структура мембран;
- б) джерело енергії;
- в) терморегуляція;
- г) усі названі.

2. Холін, коламін і серин належать до складу...

- а) нейтральних жирів;
- б) фосфатидів;
- в) восків;
- г) стероїдів.

3. Скільки енергії виділяється при розщепленні 1 г жиру?

- а) 17,6 кДж;
- б) 38,9 кДж;
- в) 4,5 кДж;
- г) 9,3 кДж.

4. Сфінгозин належить до складу...

- а) сфінгофосфоліпідів;
- б) нейтральних жирів;
- в) восків;
- г) стеринів.

5. До яких сполук належать ліпіди?

- а) гідрофільних;
- б) гідрофобних;
- в) ліофільних;
- г) гелеподібних.

6. Холестерин належить до...

- а) стероїдів;
- б) фосфоліпідів;
- в) нейтральних жирів;
- г) восків.

7. Який хімічний склад молекули нейтрального жиру?

- а) амінокислота + гліцерин + фосфорна кислота;
- б) трижирні кислоти + гліцерин;
- в) гліцерин + амінокислота;
- г) амінокислота + глюкоза.

8. Церебрози належать до...

- а) нейтральних жирів;
- б) глікосфінголіпідів;
- в) стероїдів;
- г) восків.

9. У яких розчинниках жири не розчинні?

- а) вода;
- б) спирт;
- в) ефір;
- г) бензин.

10. У результаті гідролізу цереброзидів утворюється...

- а) вуглевод, сфінгозин, жирна кислота;
- б) сфінгозин, амінокислота;
- в) жирна кислота, гліцерин;
- г) гліцерин, фосфорна кислота, жирна кислота.

11. Які ліпіди не омилюються?

- а) нейтральні жири;
- б) фосфоліпіди;
- в) гліколіпіди;
- г) стероїди.

12. Рідкі мила – це...

- а) Na солі жирних кислот;
- б) K солі жирних кислот;
- в) Ca солі жирних кислот;
- г) Mg солі жирних кислот.

13. Тверді мила – це...

- а) Na солі жирних кислот;
- б) K солі жирних кислот;
- в) Ca солі жирних кислот;
- г) Mg солі жирних кислот.

14. Емульгатори впливають на...

- а) стійкість емульсії;
- б) йодне число жиру;
- в) тіолітичне розщеплення;
- г) агрегатний стан жиру.

15. Маргарин отримують як наслідок...

- а) реакції гідрогенізації;
- б) реакції дегідрогенізації;
- в) гідролізу;
- г) гідратації.

16. Йодним числом визначають...

- а) ступінь ненасиченості жиру;
- б) ступінь насиченості жиру;
- в) ступінь гідролізу жиру;
- г) ступінь емульгованості жиру.

17. Що впливає на температуру плавлення жиру?

- а) довжина вуглецевого скелета жирних кислот;
- б) наявність у складі жирів гліцерину;
- в) співвідношення насичених і ненасичених жирних кислот;
- г) наявність фосфорної кислоти.

18. Яка речовина не утворюється в результаті гідролізу сфінгомієліну?

- а) сфінгозин;
- б) жирна кислота;
- в) фосфорна кислота;
- г) гліцерин.

19. Похідні циклопентанпергідрофенантрону:

- а) стерини;
- б) тригліцериди;
- в) воски;
- г) фосфоліпіди.

20. З наведених тверджень виберіть те, яке характерне для восків:

- а) більш стійкі до дії світла, ніж жири;
- б) краще гідролізуються ніж жири;
- в) це рідкі речовини різного кольору;
- г) температура їх кипіння 30–50 °С.

21. Які з властивостей характерні для жирних кислот?

- а) більш висока температура плавлення насичених жирних кислот, ніж ненасичених;
- б) переважання насичених жирних кислот;
- в) наявність альдегідних або кетонних груп;
- г) наявність парного числа атомів Карбону.

22. Які з вказаних ліпідів належать до гліцеридів?

- а) тригліцериди;
- б) стерини;
- в) цереброзиди;
- г) воски.

23. Який з вказаних стероїдів є важливим компонентом жовчі?

- а) холієва кислота;
- б) копростанол;
- в) ситостерол;
- г) естрадіол.

24. З наведених тверджень виберіть неправильне:

- а) циклопентанове або циклопентенове кільце мають простогландини;
- б) для виявлення гліцерину використовують реакцію взаємодії з хлоридом кадмію;
- в) воски – тверді речовини різного кольору;
- г) вітамін Д не розчиняється в жирах.

25. Укажіть правильне серед наведених тверджень:

- а) нейтральні ліпіди не використовуються як джерело енергії в організмі;
- б) гліколіпіди знайдено у хлоропластах;
- в) вітаміни групи Д, К, Е розчиняються у кислих ліпідах;
- г) стерини не здатні до омилення.

26. Виберіть неправильне твердження:

- а) холестерин забезпечує еластичність судин;
- б) холестерин бере участь у синтезі вітаміну Д;
- в) холестерин походить від циклопентанпергідрофенантрону;
- г) холестерин бере участь у синтезі статевих гормонів і кортикостероїдів.

27. З наведених тверджень виберіть те, яке не стосується жирів:

- а) фізичні властивості залежать від жирнокислотного складу кислот, які входять до складу їх молекул;
- б) рослинні жири – це рідкі речовини (крім кокосового масла);
- в) розчинні у полярних розчинниках;
- г) утворюють оптичні ізомери.

4. Білки і нуклеїнові кислоти.

Будова, властивості та біологічна роль

1. Досліджуваний розчин дає позитивні реакції нінгідрину та Фоля. Які ймовірні компоненти є в цьому розчині?

- а) пролін і фенілаланін;
- б) триптофан і тирозин;
- в) α -амінокислоти і цистеїн;
- г) амінокислоти і триптофан.

2. Нінгідринний реактив використовують для якісного визначення...

- а) глюкози;
- б) α -амінокислот;
- в) нуклеїнових кислот;
- г) азотистих основ.

3. У процесі гідролізу білка...

- а) зменшується кількість вільних COOH-груп;
- б) збільшується кількість аміногруп та COOH-груп;
- в) рН розчину зменшується;
- г) руйнуються пептидні зв'язки.

4. До складних білків належать:

- а) альбуміни, глобуліни, ліпопротеїни;
- б) протаміни, фосфатиди, хромопротеїни;
- в) гліцерофосфатиди, протеїнази, актоміозин;
- г) нуклео-, фосфо-, ліпо-, гліко-, хромопротеїни.

5. Сумарний позитивний заряд мають білки, в яких переважають:

- а) лізин і глютамінова кислота;
- б) аспарагінова і глютамінова кислота;
- в) лізин і аргінін;
- г) лізин і аспарагінова кислота.

6. Глікопротеїни складаються з білка та...

- а) цереброзидів;
- б) вуглеводних компонентів;
- в) неорганічного фосфору;
- г) нуклеотидів.

7. Які прості білки належать до складу нуклеопропротеїнів?

- а) альбуміни, глобуліни;
- б) протаміни, гістони;
- в) проламіни, глютеліни;
- г) протеноїди, цереброзиди.

8. Ізоелектрична точка білків – це значення рН, за якого...

- а) білок стає найбільш іонізованим;
- б) білок є електронейтральним;
- в) молекула білка набуває позитивного заряду;
- г) розчинність білка найбільша.

9. Сумарний негативний заряд мають білки, в складі яких переважають...

- а) аргінін і гліцин;
- б) лізин і аргінін;
- в) глютамінова й аспарагінова кислоти;
- г) валін і лейцин.

10. Які амінокислоти належать до незамінних?

- а) гліцин, серин, аланін;
- б) валін, фенілаланін, треонін;
- в) серин, глютамінова кислота;
- г) фенілаланін, серин, аланін.

11. Яка амінокислота має в розчині кислу реакцію?

- а) аланін;
- б) пролін;
- в) глютамінова кислота;
- г) аргінін.

12. Які з наведених сполук є амінокислотами?

- а) кератин;
- б) серин;
- в) ансерин;
- г) ізoleyцин.

13. Які з названих амінокислот є сірковмісними?

- а) аланін;
- б) цистеїн;
- в) гістидин;
- г) цистин.

14. Які з названих амінокислот містять дисульфідний зв'язок?

- а) аланін;
- б) цистеїн;
- в) гістидин;
- г) цистин.

15. Які з названих амінокислот не мають оптичних властивостей?

- а) аланін;
- б) цистеїн;
- в) гліцин;
- г) тирозин.

16. Які з названих амінокислот є замінними?

- а) глютамінова кислота, цистин;
- б) цистеїн, цистин;
- в) гліцин, аргінін;
- г) усі.

17. Які продукти гідролізу нуклеїнових кислот?

- а) пурини і піримідини;
- б) тетрози, пентози;
- в) азотна кислота, фосфорна кислота;
- г) усі перераховані.

18. У яких сполуках не міститься сульфур?

- а) у білках;
- б) у амінокислотах;
- в) у КоА;
- г) нуклеїнових кислотах.

19. Пептидний зв'язок характерний для...

- а) білків;
- б) вуглеводів;
- в) жирів;
- г) нуклеїнових кислот.

5. Ферменти. Біологічна роль

1. Що таке ферменти?

- а) складні білки, що належать до структурних компонентів клітини;
- б) біокаталізатори білкової природи;
- в) неорганічні каталізатори;
- г) мікроелементи, що збільшують швидкість хімічних реакцій.

2. За хімічною природою ферменти є...

- а) нуклеїновими кислотами;
- б) ліпідами;

- в) полісахаридами;
- г) поліпептидами.

3. Ферментам властива:

- а) теплова денатурація;
- б) люмінесценція;
- в) наявність стереоізомерів;
- г) утворення полімерів.

4. Коферментами називають...

- а) білкову частину ферментів;
- б) неактивну форму ферментів;
- в) активний центр ферментів;
- г) небілковий компонент ферментів.

5. Активний центр ферменту слугує для...

- а) прикріплення ферментів до мембран;
- б) зв'язування та перетворення субстратів;
- в) взаємодії ферментів між собою;
- г) зв'язування алостеричних ефекторів.

6. Ферменти слугують для...

- а) зміщення рівноваги хімічних реакцій;
- б) прискорення хімічних реакцій;
- в) сповільнення хімічних реакцій;
- г) нейтралізації продуктів хімічних реакцій.

7. Яке явище лежить в основі механізму дії ферментів?

- а) утворення фермент-субстратного комплексу;
- б) зближення груп, що належать до активного центру ферменту;
- в) зміна просторової конфігурації ферменту;
- г) гідроліз ферменту.

8. Що таке активний центр ферменту?

- а) місце приєднання ферменту до коферменту;
- б) частина молекули, яка легко відщеплюється від апоферменту;
- в) небілковий компонент;
- г) комбінація хімічних груп молекули ферменту, яка забезпечує можливість сполучення його з субстратом і подальше перетворення останнього.

9. Специфічність ферментів буває...

- а) абсолютна і відносна;
- б) стереохімічна субстратна;
- в) групова;
- г) все перераховане.

10. Ферментативний каталіз здійснює таке:

- а) знижує енергію активації перед початком реакції;
- б) знижує енергетичний бар'єр міжмолекулярних сил взаємного відштовхування в реакціях синтезу;
- в) послаблює внутрімолекулярні зв'язки у реакціях розпаду;
- г) все перераховане.

11. Оптимум рН для більшості ферментів є такий:

- а) 7,0;
- б) 1-2;
- в) 5;
- г) 10.

12. Температурний оптимум

для більшості ферментів знаходиться в межах:

- а) 37 – 40°C ;
- б) 0 – 40°C;
- в) 45 – 60°C;
- г) 100°C.

13. Активаторами ферментів є...

- а) іони двовалентних металів ;
- б) H_2SO_4 ;

- в) солі важких металів;
- г) CuSO_4 .

14. Інгібітори ферментів бувають:

- а) конкурентними;
- б) неконкурентними;
- в) конкурентними і неконкурентними;
- г) алостеричними.

15. Ферменти класифікують

на такі групи:

- а) оксидоредуктази, трансферази;
- б) гідролази і ліази;
- в) ізомерази, ліази (синтетази);
- г) класифікують на 6 груп, перчислених у попередніх пунктах.

16. Як впливають фізичні навантаження на активність ферментів?

- а) підвищують;
- б) понижують;
- в) збалансовують;
- г) не впливають взагалі.

17. Залежність активності ферментів від субстрату описується...

- а) рівнянням Міхаеліса;
- б) константою Міхаеліса;
- в) кривою Гауса;
- г) критерієм Стьюдента.

18. Які моделі пояснюють механізм ферментативного каталізу?

- а) Е. Фішера;
- б) Д. Котланда;
- в) Е. Фішера і Д. Котланда;
- г) не існує такої моделі.

19. Кофактором зазвичай є...

- а) гормон;
- б) вітамін;
- в) вуглевод;
- г) ліпід.

20. Активний центр ферменту міститься...

- а) в апоферменті;
- б) у коферменті;
- в) поруч з алостеричним центром;
- г) у центрі ферменту.

10. Ферментативний катализ здійснюється...

- а) за рахунок кінетичної енергії субстрату;
- б) за рахунок енергетичного бар'єру міжмолекулярних сил;
- в) за рахунок енергії зв'язків субстрату;
- г) за рахунок енергії зв'язків ферменту.

11. Оптимум рН для більшості ферментів є...

- а) 7,0;
- б) 1-2;
- в) 5;
- г) 10.

12. Температурний оптимум...

- а) для більшості ферментів знаходиться в межах 37-40°C;
- б) 0-40°C;
- в) 45-60°C;
- г) 100°C.

13. Активаторами ферментів є...

- а) іони важких металів;
- б) Ca^{2+} ;
- в) Mg^{2+} ;
- г) Na^{+} .

ДИНАМІЧНА БІОХІМІЯ

1. ОБМІН ВУГЛЕВОДІВ

1. Назвіть ферменти гліколізу:

- а) сахараза;
- б) мальтаза;
- в) фосфофруктокіназа;
- г) каталаза.

2. Який із наведених коферментів необхідний для перетворення фруктозо-6-фосфату у фруктозо-1,6-дифосфат під впливом ферменту фосфофруктокінази?

- а) НАДФН;
- б) КоА-SH;
- в) АДФ;
- г) АТФ.

3. Який із ферментів гліколізу містить НАД⁺ у зв'язаному з білком стані?

- а) глікогенфосфорилаза;
- б) фруктозобіфосфат-альдолаза;
- в) D-гліцераальдегідфосфатдегідрогеназа;
- г) енолаза.

4. Яка зі сполук є коферментом глюкозо-6-фосфатдегідрогенази?

- а) тиамінірофосфат;
- б) піридоксальфосфат;
- в) НАДФ⁺;
- г) ФМН₂.

5. Які ферменти каталізують реакцію перетворення глюкозо-6-фосфату у фруктозо-1,6-дифосфат?

- а) фосфоглюкоізомераза і альдолаза;
- б) фосфофруктокіназа;
- в) фосфоглюкомутаза і альдолаза;
- г) гексокіназа і альдолаза.

6. Який фермент каталізує розщеплення фруктозо-1,6-дифосфату на дві тріози?

- а) тріозофосфатізомераза;
- б) фруктозодифосфатальдолаза;
- в) гексокіназа;
- г) фосфофруктокіназа.

7. Який фермент каталізує перетворення глюкозо-6-фосфату у фруктозо-6-фосфат?

- а) фосфофруктокіназа;
- б) фосфоглюкомутаза;
- в) фосфоглюкоізомераза;
- г) тріозофосфатізомераза.

8. Які сполуки є коферментами мультиферментного комплексу іруватдегідрогенази, що бере участь у окисному декарбоксилюванні пірувату?

- а) ФМН, КоА-SH, тіамінпірофосфат;
- б) ФАД, ліпоєва кислота, КоА-SH, тіамінпірофосфат;
- в) ліпоєва кислота, КоА-SH, ФАД;
- г) тіамінпірофосфат, ліпоат, НАД+.

9. Який фермент бере участь в утворенні глюкозо-1-фосфату з крохмалю?

- а) амілаза;
- б) фосфорилаза;
- в) фосфоглюкоізомераза;
- г) фосфоглюкомутаза.

10. Який фермент бере участь у перетворенні 2-фосфогліцерату в 2-фосфоенолпіруват?

- а) тріозофосфатізомераза;
- б) енолаза;
- в) піруваткіназа;
- г) D-гліцеральдегідфосфатдегідрогеназа.

11. Яким процесом супроводжується дегідратація 2-фосфогліцерату?

- а) інгібуванням іонами Са;
- б) активуванням іонами фтору;
- в) підвищенням енергетичного рівня фосфатного зв'язку 2-фосфоенолпіруваті за рахунок внутрімолекулярного окиснення – відновлення;
- г) активуванням фосфофруктокіназою.

12. Яка кількість макроергічних зв'язків утворюється при окисненні молекули D-глюкози до лактату?

- а) три;
- б) чотири;
- в) два;
- г) шість.

13. Яка кількість макроергічних зв'язків утворюється при окисненні молекули D-галактози до CO_2 і H_2O ?

- а) 12;
- б) 24;
- в) 30;
- г) 36.

14. Яка кількість молів АТФ утворюється при повному окисненні сахарози?

- а) 38;
- б) 70;
- в) 76;
- г) 100.

15. Що є кінцевим продуктом аеробного гліколізу?

- а) лактат;
- б) піруват;
- в) лактат і піруват;
- г) CO_2 і H_2O .

16. Який кінцевий продукт синтезується при окиснювальному декарбоксилюванні пірувату в аеробних умовах?

- а) цитрат;
- б) альфа-кетоглутарат;
- в) ацетилфосфат;
- г) ацетил-КоА.

17. На якому етапі перетворення у циклі Кребса синтезується ГТФ?

- а) цитрату в цисаконітат;
- б) альфа-кетоглутарату в сукцинат;
- в) сукцинату в фумарат;
- г) малату в оксалоацетат.

18. Що є кінцевим продуктом анаеробного гліколізу?

- а) піруват;
- б) лактат;
- в) піруват і лактат;
- г) етанол.

19. Який із ферментів каталізує реакцію біосинтезу глікогену?

- а) альфа-1,6-глюкозидаза;
- б) глікогенфосфорилаза;
- в) глікогенсинтаза;
- г) фосфоглюкомутаза.

20. Які ферменти травного тракту беруть участь у перетворенні глікогену і крохмалю до молекули глюкози?

- а) бета-амілаза;
- б) альфа-амілаза, мальтаза;

- в) пепсин;
- г) бета-фруктозидаза.

21. Яка сполука є кінцевим продуктом аеробного окиснення вуглеводнів?

- а) піруват;
- б) лактат;
- в) глюкоза;
- г) вода і вуглекислий газ.

22. Гідроліз крохмалю спричиняє до утворення...

- а) амінокислот;
- б) фруктози;
- в) глюкози;
- г) гліцерину.

23. Який з вказаних ферментів не бере участі у гліколізі?

- а) сахараза (інвертаза);
- б) глікогенфосфорилаза;
- в) лактатдегідрогеназа;
- г) піруваткіназа.

24. Спортсмен закінчив тренування. У результаті активації якого процесу підвищується вміст лактату в його крові?

- а) гліколізу;
- б) циклу трикарбонових кислот;
- в) синтезу глікогену;
- г) глюконеогенезу.

25. Ферментом, який не бере участі в гліколізі, є...

- а) альдолаза;
- б) енолаза;
- в) піруваткіназа;
- г) ліпаза.

26. Яким чином всмоктується глюкоза в кишківнику?

- а) дифузією;
- б) піноцитозом ;
- в) пасивно;
- г) активним транспортом.

27. Підготовча стадія гліколізу закінчується утворенням...

- а) фруктозо-1,6-дифосфату;
- б) глюкозо-6- фосфату;
- в) двох тріоз (діоксиацетонфосфат і гліцеральдегідтрифосфат);
- г) 2-фосфогліцерату.

28. Окисне декарбоксілювання пірувату здійснюється за участю...

- а) лише ФАД;
- б) лише ліпоевої кислоти;
- в) лише тіамінпірофосфату;
- г) усіх названих ферментів.

29. На яких етапах перетворення у циклі Кребса відбувається реакція дегідрування?

- а) ізолимонної кислоти в 2-оксиглутарову;
- б) лимонної кислоти в цисаконітову;
- в) фумарату на малат;
- г) сукцинату на фумарат.

30. В анаеробних умовах в гліколізі синтез АТФ відбувається шляхом субстратного фосфорилування, в процесі якого використовується енергія інших макроергічних сполук. Вкажіть таку сполуку.

- а) фосфоенолпіруват;
- б) глюкозо-6-фосфат;
- в) лактат;
- г) піруват.

31. Важливу роль у підтримці нормоглікемії відіграє процес утворення глюкози із неуглеводних речовин.

Цей процес називається:

- а) глюконеогенез;
- б) глікогенез;
- в) гліколіз;
- г) глікогеноліз.

32. Біологічне значення гліколізу зумовлене не тільки тим, що він є джерелом енергії для організму, але також утворює сполуки, які використовуються для синтезу простих і складних ліпідів.

Вкажіть, яка це сполука.

- а) дигідроксиацетонфосфат;
- б) фосфоенолпіровиноградна кислота;
- в) молочна кислота;
- г) піровиноградна кислота.

33. Одним із шляхів перетворення вуглеводів у організмі є анаеробний розпад.

Гліколіз починається з перетворення глюкози під впливом глюкостілази в...

- а) глюкозо-6-монофосфат;
- б) глюкозо-1-монофосфат;
- в) глюкозо-5-монофосфат;
- г) глюкозо-2-монофосфат.

34. У матриксі мітохондрій локалізовані важливі катаболічні процеси.

Виберіть катаболічний шлях, якого немає в мітохондрії.

- а) гліколіз;
- б) цикл Кребса;
- в) окиснення ВЖК до ацетил-SКоА;
- г) окисне декарбоксилування пірувату.

35. Відомо, що деякі вуглеводи не перетравлюються в ШКТ організму людини. Виберіть такий вуглевод.

- а) целюлоза;
- б) крохмаль;
- в) сахароза;
- г) глікоген.

36. Глюкоза в клітині піддається низці перетворень в анаеробних умовах до молочної кислоти.

Як називається цей процес?

- а) гліколіз;
- б) глікогеноліз;
- в) глюконеогенез;
- г) ліполіз.

2. ОБМІН ЛІПІДІВ

1. Які ферменти беруть участь у травленні жирів?

- а) амілази;
- б) ліпази;
- в) пептидази;
- г) трипсин.

2. З яким процесом взаємозв'язане перетворення гліцерину у клітині?

- а) з β -розщепленням жирних кислот;
- б) з гліколізом;
- в) з розпадом білків;
- г) з емульгуванням.

3. Нагромадження якої речовини призводить до кегозу?

- а) ацетил-КоА;
- б) фосфодіоксиацетону;
- в) гліцерину;
- г) молочної кислоти.

4. Що сприяє емульгації жирів в організмі людини?

- а) жовч;
- б) ліпаза;
- в) холінестераза;
- г) луг.

5. Під впливом якого ферменту здійснюється фосфорилювання гліцерину?

- а) гліцерокіназа;
- б) дегідрогеназа;
- в) гідратаза;
- г) синтетаза.

6. Всмоктування жирних кислот у кишківнику відбувається...

- а) шляхом утворення міцел з солями жовчних кислот;
- б) безпосередньо;
- в) завдяки ферментам;
- г) завдяки вуглеводам.

7. Що утворюється в результаті дегідрогенізації гліцерофосфату?

- а) фосфодиоксиацетон;
- б) гліцерин;
- в) жирна кислота;
- г) ацетил - КоА.

8. Які основні стадії β -розщеплення жирних кислот?

- а) гідратація – дегідрогенізація – тіолітичне розщеплення;
- б) дегідрогенізація – гідратація – тіолітичне розщеплення;
- в) дегідрогенізація – гідратація – дегідрогенізація – тіолітичне розщеплення;
- г) денатурація – дегідратація – ренатурація – тіолітичне розщеплення.

9. Які жирні кислоти не синтезуються в організмі?

- а) лінолева, ліноленова;
- б) стеаринова, пальмітинова;
- в) стеаринова, масляна;
- г) всі перелічені.

10. Яка речовина безпосередньо є спільною в окисненні гліцерину та гліколізу?

- а) дифосфогліцерінова кислота;
- б) молочна кислота;
- в) фосфодиоксиацетон;
- г) ацетил-КоА.

11. Виберіть метаболіт, що утворюється при бета-розщепленні жирних кислот:

- а) фосфогліцеріновий альдегід;
- б) ацетил-КоА;
- в) молочна кислота;
- г) гліцерофосфат.

12. Яку роль жовч не виконує в травленні жирів?

- а) емульгація жиру;
- б) транспорт жирних кислот у кров через стінку кишківника;
- в) активізація ліпаз;
- г) гідроліз жиру.

13. Синтез кетонових тіл відбувається у...

- а) нирках;
- б) печінці;
- в) серці;
- г) наднирниках.

14. В яких умовах відбувається використання кетонових тіл як енергетичного джерела?

- а) в умовах анаеробних;
- б) у процесі відновлення;

- в) під час виконання вправ у зоні максимальної потужності;
- г) під час виконання швидкісно-силових обтяжень.

15. Атеросклероз – це порушення обміну...

- а) холестерину;
- б) фосфоліпідів;
- в) нейтральних жирів;
- г) тригліцеридів.

16. З яким процесом зникається бета-розщеплення жирних кислот?

- а) з гліколізом;
- б) з циклом Кребса;
- в) з пентозофосфатним циклом;
- г) з глюконеогенезом.

17. Яка речовина не належить до кетонових тіл?

- а) ацетооцтова кислота;
- б) бета-гідроксимаєляна;
- в) ацетон;
- г) ацетил-КоА.

18. Виділення кетонових тіл із сечею називається...

- а) кетонемія;
- б) кетонурія;
- в) кетоз;
- г) ацидоз.

19. Карнітин пов'язаний з обміном...

- а) гліцерину;
- б) жирних кислот;
- в) кетонових тіл;
- г) стероїдів.

20. Для поліпшення спортивних результатів спортсмену рекомендовано вживати карнітин.

Який процес активується карнітином?

- а) транспортування жирних кислот;
- б) транспортування амінокислот;
- в) транспортування іонів кальцію;
- г) транспортування глюкози.

21. При β -окисненні ліпідів необхідне транспортування ацетил-КоА з цитозоля в мітохондрії. Цю функцію виконує...

- а) карнітин;
- б) оротова кислота;
- в) інозит;
- г) холін.

22. В організмі постійно відбувається біосинтез жирних кислот.

Яка з перерахованих речовин є основним джерелом їх біосинтезу?

- а) ацетил-КоА альфа-кетоглутарат;
- б) сукциніл-КоА;
- в) ациладенілат;
- г) аміноациладенілат.

23. Біологічне значення гліколізу зумовлене

не тільки тим, що він є джерелом енергії для організму,

але також утворює сполуки, які використовуються

для синтезу простих і складних ліпідів. Вкажіть, яка це сполука.

- а) дигідроксиацетонфосфат;
- б) фосфоенолпіровиноградна кислота;
- в) молочна кислота;
- г) ацетил-КоА.

24. З чого синтезуються кетоніві тіла в печінці?

- а) бутирил-КоА;
- б) ацил-КоА;
- в) ацетил-КоА;
- г) пропіоніл-КоА.

3. ОБМІН БІЛКІВ

1. С-кінцеві амінокислоти в білках відщеплюють...

- а) дипептидази;
- б) амінопептидази;
- в) карбооксидази;
- г) хімотрипсин.

2. Який основний шлях знешкодження аміаку?

- а) синтез глютаміну;
- б) синтез амонійних солей;
- в) синтез сечовини;
- г) синтез сечової кислоти.

3. Пепсин починає розщеплення...

- а) крохмалю;
- б) гліцерину;
- в) поліпептидів;
- г) полінуклеотидів.

4. N-кінцеві амінокислоти в білках відщеплюють...

- а) дипептидази;
- б) карбопептидази;
- в) амінопептидази;
- г) еластаза.

5. У результаті декарбоксилювання амінокислот в організмі утворюються:

- а) аміак, сечовина, креатин, гістамін;
- б) аміни, діаміни, біологічно активні речовини;
- в) поліпептиди, сечова кислота, сиротонін;
- г) все перечислене.

6. Гниття білків під впливом

мікрофлори кишківника містить такі реакції:

- а) перетворення білків до пептидів;
- б) перетворення складних білків до простих;
- в) утворення амінокислот з білків;
- г) дезамінування і декарбоксілювання амінокислот з наступним утворенням токсичних продуктів.

7. Назвіть речовини, які можуть брати участь

у реакції переамінування при утворенні глютамінової кислоти:

- а) піруват;
- б) α -кетоглутарат;
- в) аспарат;
- г) аланін.

8. Назвіть речовини, які можуть брати участь

у реакції переамінування при утворенні

аспарагінової кислоти:

- а) оксалоацетат;
- б) α -кетоглутарат;
- в) аспарат;
- г) аланін.

9. Назвіть речовини які можуть брати участь

у реакції переамінування при утворенні аланіну:

- а) піруват;
- б) α -кетоглутарат;
- в) аспарат;
- г) аланін.

10. Назвіть речовини, які можуть утворитися

при окисненні аланіну:

- а) ацетил-КоА;
- б) аспаркам;
- в) глюкоза;
- г) піруват.

11. Назвіть, які з названих речовин беруть участь в біосинтезі сечовини:

- а) глютамінова кислота;
- б) орнітин;
- в) аспарагінова кислота;
- г) всі вказані.

12. З яких зазначених амінокислот при декарбоксилюванні утворюється гістамін:

- а) аланін;
- б) гліцин;
- в) гістидин;
- г) глютамінова кислота.

ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ З ТЕМ “ГОРМОНИ” ТА “ВІТАМІНИ”

1. ГОРМОНИ

1. Які гормони білкового походження?

- а) адреналін;
- б) тестостерон;
- в) інсулін;
- г) глюкагон.

2. Які із вказаних не є гормонами – похідними амінокислот?

- а) адреналін;
- б) норадреналін;
- в) тироксин;
- г) інсулін.

3. Які ендокринні залози продукують стероїдні гормони?

- а) мозковий шар наднирників;
- б) щитоподібна залоза;
- в) кора наднирників;
- г) підшлункова залоза.

4. У обстежуваного спостерігається гіперглікемія, глюкозурія; сеча має підвищену густину.

Що може бути причиною такого стану?

- а) пригнічення синтезу глюкагону;
- б) пригнічення синтезу тироксину;
- в) пригнічення синтезу інсуліну;
- г) посилення гліколізу.

5. Як впливає інсулін на обмін вуглеводів?

- а) активує проходження глюкози через клітинні мембрани;
- б) пригнічує глюकोкіназу;

- в) активує глюконеогенез;
- г) пригнічує проходження глюкози через клітинні мембрани.

6. Як впливають катехоламіни (А і НА) на обмін жирів?

- а) пригнічують тканинну ліпазу та вихід жиру з місць депонування;
- б) активують тканинну ліпазу і вихід жиру з місць депонування;
- в) стимулюють перетворення жирів у вуглеводи;
- г) стимулюють перетворення жирів у білки.

7. Як впливає адреналін на вуглеводневий обмін?

- а) посилення процесу розщеплення глікогену в печінці;
- б) посилює кетогенез;
- в) гальмування процесу розщеплення глікогену в печінці;
- г) зниження рівня цукру в крові.

8. Синергістом якого гормону є адреналін?

- а) трийодтироніну;
- б) глюкагону;
- в) гормону росту (СТГ);
- г) вазопресину.

9. Як впливають андрогени на метаболічні процеси в організмі?

- а) стимулюють синтез білків, нуклеїнових кислот;
- б) збільшують масу скелетних м'язів;
- в) затримують азот, кальцій, фосфор в організмі;
- г) впливають на всі процеси, перераховані вище.

10. Яку негативну дію можуть спричинити широко вживані спортсменами синтетичні аналоги андрогенів?

- а) ураження печінки, імпотенцію;
- б) цукровий діабет;
- в) виникнення пухлин;
- г) захворювання щитоподібної залози.

2. ВІТАМІНИ

1. Які вітаміни належать до жиророзчинних:

- а) групи В;
- б) групи D;
- в) С;
- г) тіамін.

2. У вигляді чого проявляється гіповітаміноз А?

- а) порушення обміну Са і Р;
- б) порушення функції розмноження;
- в) курячої сліпоти (втрата здатності розрізняти предмети в сутінках);
- г) сповільнення росту і збільшення ваги у дітей.

3. Порушення яких функцій спричиняє відсутність у їжі вітаміну Е?

- а) згортання крові;
- б) функції розмноження, дистрофію м'язів;
- в) порушення окиснювальних процесів;
- г) запалення слизових оболонок ротової порожнини.

4. Який із вітамінів пришвидшує адаптацію організму спортсмена до умов середньогір'я і високогір'я?

- а) А;
- б) К;
- в) В₁₂;
- г) С.

5. Яка із наведених ланок обміну порушується при В₁-гіповітамінозі?

- а) дезамінування амінокислот;
- б) окиснення жирних кислот;
- в) окиснювальне декарбоксилування;
- г) синтез сечовини.

6. До складу яких коферментів належить вітамін B_2 ?

- а) НАД, НАДФ;
- б) ТПФ, ТДФ;
- в) ФАД, ФМН;
- г) коензиму А.

7. Який вітамін бере участь у синтезі пуринових і піримідинових основ (тобто в утворенні РНК і ДНК), проявляючи таким чином анаболічний ефект?

- а) B_5 (Фолієва к-та);
- б) С;
- в) B_{12} ;
- г) B_3 .

8. До складу яких коферментів входить вітамін B_5 (PP)?

- а) НАД, НАДФ;
- б) ФАД;
- в) коензим А (КоА);
- г) тіамініпрофосфат (ТПФ).

9. Потреба у якому вітаміні збільшується при зростанні кількості вуглеводів у харчовому раціоні спортсмена?

- а) А;
- б) С;
- в) B_1 ;
- г) B_6 .

10. Потреба у якому вітаміні зростає при збільшенні білка у харчовому раціоні спортсмена?

- а) B_6 ;
- б) B_{12} ;
- в) Д;
- г) Е.

11. Як переконатись у забезпеченні організму вітаміном B₁?

- а) визначити вміст кетонових тіл у сечі;
- б) визначити вміст ПВК;
- в) визначити рН крові;
- г) визначити наявність цукру в сечі.

ТЕСТИ З КУРСУ "БІОХІМІЯ СПОРТУ"**1. Біохімія м'язів і м'язового скорочення**

1. Які зміни у м'язах спостерігатимуться при прогресувальній екскреції іонів кальцію?

- а) контрактура;
- б) стан Рігора;
- в) остеопороз;
- г) деградація м'язів.

2. Іони Ca^{2+} ініціюють скорочення скелетних м'язів унаслідок зв'язування з...

- а) АТФ-азним центром міозину;
- б) молекулами глобулярного актину;
- в) однією із субодиноць тропоніну;
- г) кальмодуліном.

3. Товсті міофібрили утворені з білка...

- а) тропоніну;
- б) тропоміозину;
- в) актиніну;
- г) міозину.

4. Тонкі міофібрили утворені з білка...

- а) тропоніну;
- б) тропоміозину;
- в) актиніну;
- г) актину.

5. Які міофібрили не мають гомогенної структури?

- а) тропоміозин;
- б) міозин;
- в) актинін;
- г) актин.

6. Який зазвичай (у стані спокою) показник рН м'язів?

- а) 6,34;
- б) 7,36;
- в) 7,00;
- г) 5,00.

7. Яке із тверджень про білі м'язові волокна є неправильним?

- а) для них характерний високорозвинутий анаеробний розпад вуглеводів;
- б) містять більше, ніж червоні волокна, глікогену;
- в) містять більше міоглобіну;
- г) швидше скорочуються через високий вміст креатинфосфату.

8. Які міофібрили мають у своєму складі субодиниці S1 і S2?

- а) тропонін;
- б) тропоміозин;
- в) міозин;
- г) актин.

9. У світлих дисках є такі компоненти:

- а) білок міозин;
- б) білок актин;
- в) міозинова головка;
- г) міозин-АТФ-аза.

10. При м'язових дистрофіях спостерігаються всі подані біохімічні зміни, крім...

- а) збільшення вмісту в сечі креатиніну;
- б) збільшення вмісту в сечі креатину;
- в) зменшення кількості в м'язах креатинфосфату;
- г) зменшення кількості в м'язах АТФ.

11. Який біохімічний показник стосується больових відчуттів у м'язах?

- а) молочна кислота;
- б) сечова кислота;

- в) ПВК;
- г) креатинін.

12. До білків, що є в м'язовій тканині, належать усі названі нижче, окрім...

- а) актину;
- б) міозину;
- в) фібриногену;
- г) міоглобіну.

13. У якому диску знаходяться Z -мембрани?

- а) посередині диска I;
- б) у зоні H і M;
- в) у диску A;
- г) зона Z.

14. Які компоненти беруть участь у скороченні м'язового волокна?

- а) міозин, актин, тропонін, тропоміозин, Ca^{2+} , АТФ, K^+ , Na^+ , Mg^{2+} , АТФ-аза;
- б) актин, міозин, міоглобін, карнітин;
- в) гемоглобін, актин, тропонін, тропоміозин; вітамін С;
- г) міозин, актин, тропонін, тропоміозин, АТФ, Ca^{2+} .

15. Молекули міозину:

- а) складаються з двох ланцюгів;
- б) мають у борознах тропонін-тропоміозиновий комплекс;
- в) володіють АТФ-азною активністю, яка локалізована біля голівок S1;
- г) володіють АТФ-азною активністю, що локалізована у "хвості" молекули.

16. Гіпертрофія – це явище, яке спостерігають у...

- а) плазмі крові;
- б) м'язах;
- в) лімфі;
- г) тонкому кишківнику.

17. М'язові волокна поділяють на...

- а) червоні і білі;
- б) поперечно-посмуговані, поздовжно-посмуговані;
- в) гладкі і білі;
- г) поперечно-посмуговані і гладенькі.

18. Межі саркомера знаходяться

посередині між якими двома сусідніми дисками:

- а) диск I;
- б) зона H і M;
- в) диск A;
- г) зона Z.

19. Актин належить до складу...

- а) товстих міофіламентів;
- б) тонких міофіламентів;
- в) тропонін-тропоміозинового комплексу;
- г) саркоплазматичного ретикулуму.

20. Червоні м'язові волокна відповідають за...

- а) швидкісні якості;
- б) силові якості;
- в) гнучкість;
- г) якість витривалості.

21. T-система ...

- а) забезпечує утворення спайки між актином і міозином;
- б) активує міозин-АТФ-азу;
- в) забезпечує перенесення біопотенціалу з мембрани всередину міоцита і сприяє вивільненню Ca^{2+} з саркоплазматичного ретикулуму;
- г) це система, яка забезпечує півпроникність біомембрани.

22. В основі пояснення молекулярної механохімії скоротливого механізму м'язів лежать праці...

- а) Хакслі;
- б) Девіса ;

- в) Френка;
- г) усіх названих учених.

23. Чи потрібна енергія АТФ для розслаблення м'яза?

- а) так;
- б) ні;
- в) частково;
- г) тільки у випадку з білими м'язовими волокнами.

2. Біоенергетика м'язової діяльності

1. До якої зони відносної потужності належить спринтерський біг?

- а) максимальної;
- б) субмаксимальної;
- в) великої;
- г) помірної.

2. При яких навантаженнях спостерігають явище гіпоглікемії?

- а) у зоні субмаксимальної відносної потужності;
- б) у зоні максимальної відносної потужності;
- в) у зоні великої відносної потужності;
- г) у зоні помірної відносної потужності.

3. Виберіть правильну послідовність зниження потужності механізмів енергозабезпечення при м'язовій роботі:

- а) гліколітичний, аеробне окиснення, креатинфосфатний;
- б) аеробне окиснення, гліколітичний, креатинфосфатний;
- в) креатинфосфатний, гліколітичний, аеробне окиснення, дихальне фосфорильовання;
- г) міокіназний, креатинфосфатний, гліколіз.

4. Під час короткочасної роботи скелетних м'язів із максимальною активністю джерелом АТФ є всі нижче перераховані процеси, окрім...

- а) анаеробного розщеплення глікогену;
- б) ресинтезу із креатинфосфату;
- в) анаеробного гліколізу;
- г) дихального фосфорилування.

5. При яких навантаженнях у спортсменів спостерігають явище глюкозурії?

- а) при навантаженнях у зоні відносної максимальної потужності;
- б) при навантаженнях у зоні відносної субмаксимальної потужності;
- в) при навантаженнях у зоні відносної великої потужності;
- г) при навантаженнях у зоні відносної помірної потужності.

6. Трупне задубіння після смерті людини зумовлюється...

- а) денатурацією білків міофібрил;
- б) гідролізом білків міофібрил;
- в) утворенням дисульфідних зв'язків між актином і міозином;
- г) вмістом АТФ, зниженим на 50 %.

7. Скільки АТФ утворюється у результаті міокіназної реакції?

- а) 1;
- б) 10;
- в) 2;
- г) 3.

8. Яким шляхом проходить енергозабезпечення м'язів при бігу на 60, 100м?

- а) анаеробним алактатним;
- б) гліколітичним;
- в) аеробним;
- г) змішаними шляхами.

9. До якої зони відносної потужності належить біг на 3000 і 5000 метрів?

- а) максимальної;
- б) субмаксимальної;
- в) великої;
- г) помірної.

10. Скільки АТФ ресинтезується у результаті глікогенолізу?

- а) 1;
- б) 10;
- в) 2;
- г) 3.

11. Які шляхи енергозабезпечення існують при виконанні вправ у спортивних іграх?

- а) тільки креатинфосфатний;
- б) тільки гліколітичний;
- в) змішаний анеробно-аеробний;
- г) тільки аеробне окислення і дихальне фосфорилування.

12. До якої зони відносної потужності належить біг на 1500 і 2000 метрів?

- а) максимальної;
- б) субмаксимальної;
- в) великої;
- г) помірної.

13. Скільки АТФ утворюється у результаті креатинфосфокіназної реакції?

- а) 1;
- б) 10;
- в) 5;
- г) 2.

14. Метаболітом якого обміну речовин є молочна кислота?

- а) жирового;
- б) білкового;
- в) вуглеводного;
- г) мінерального.

15. Який механізм ресинтезу АТФ володіє найвищою потужністю?

- а) дихальне фосфорилування;
- б) креатинфосфокіназна реакція;
- в) гліколітичне фосфорилування;
- г) аеробний механізм.

16. При яких навантаженнях порушується водно-сольовий баланс?

- а) у зоні субмаксимальної відносної потужності;
- б) у зоні максимальної відносної потужності;
- в) у зоні великої відносної потужності;
- г) у зоні помірної відносної потужності.

17. Які показники є найінформативнішими при відборі для роботи, що належить до зони субмаксимальної потужності?

- а) рівень молочної кислоти в крові;
- б) висока активність ферментів дихального фосфорилування;
- в) високий вміст сечовини після навантаження;
- г) високий вміст креатинфосфату.

18. Який механізм ресинтезу АТФ має найбільшу метаболічну ємність?

- а) дихальне фосфорилування;
- б) креатинфосфокіназна реакція;
- в) гліколітичне фосфорилування;
- г) глікогенолітичний.

19. Ви плануєте бігати середні дистанції.

Які біохімічні параметри застосують для Вашого відбору в секцію?

- а) визначення молочної кислоти в крові та сечовини;
- б) визначення рН сечі;
- в) визначення білка в сечі;
- г) визначення креатиніну в сечі та молочної кислоти в крові.

20. Метаболічна ємність якого енергетичного процесу є найбільшою?

- а) анаеробного алактатного;
- б) анаеробного лактатного;
- в) аеробного;
- г) міокіназного.

21. Які показники є найінформативнішими при відборі для роботи, що належить до зони максимальної потужності?

- а) висока активність дихального фосфорилування;
- б) високий вміст сечовини після навантаження;
- в) високий вміст креатинфосфату;
- г) зміщення рН крові в кислий бік.

22. Яка речовина є універсальним джерелом енергії в організмі людини?

- а) креатинфосфат;
- б) АТФ;
- в) глікоген;
- г) жирні кислоти.

23. Рухливість реакцій якого механізму ресинтезу АТФ є найвищою?

- а) дихальне фосфорилування;
- б) креатинфосфокіназна реакція;
- в) гліколітичне фосфорилування;
- г) аеробний механізм.

- 24. Які показники є найінформативнішими при відборі для роботи, яка належить до зони великої потужності?**
- а) вміст глікогену у м'язах і висока активність дихального фосфорилування;
 - б) високий вміст цукру в крові після навантаження;
 - в) високий вміст неорганічного фосфору в крові;
 - г) високий вміст креатинфосфату.

25. Які стани настають в організмі при локальному зниженні рівня АТФ?

- а) стан Рігора;
- б) передстартовий стан;
- в) стан бойової готовності;
- г) смерть.

26. Які показники є найінформативнішими при відборі для роботи, що належить до зони помірної потужності?

- а) максимальний вміст молочної кислоти;
- б) вміст глікогену в м'язах і печінці; висока активність дихального фосфорилування; високий вміст сечовини після навантаження;
- в) високий вміст креатинфосфату;
- г) максимальне зміщення рН крові в кислий бік.

27. Чи потрібна енергія АТФ для розслаблення м'яза?

- а) так;
- б) ні;
- в) немає значення;
- г) тільки для скорочення.

3. Біохімічні чинники втоми та процесів відновлення

1. Нагромадження яких метаболітів вважають чинниками втоми у зоні максимальної потужності?

- а) молочна кислота;
- б) γ -аміномасляна кислота;

- в) креатинін у сечі;
- г) сечовина в крові та сечі.

2. Нагромадження яких метаболітів вважають чинниками втоми у зоні субмаксимальної потужності?

- а) молочна кислота в крові;
- б) γ -аміномасляна кислота;
- в) креатинін в сечі;
- г) максимальне накопичення сечовини в сечі.

3. Нагромадження яких метаболітів вважають чинниками втоми у зоні великої потужності?

- а) молочна кислота в крові;
- б) γ -аміномасляна кислота;
- в) фосфор неорганічний в крові та в сечі;
- г) сечовина в крові та сечі.

4. Нагромадження яких метаболітів вважають чинниками втоми у зоні помірної потужності?

- а) молочна кислота в крові;
- б) γ -аміномасляна кислота;
- в) фосфор неорганічний в крові та в сечі;
- г) креатинін у сечі.

5. Види втоми в організмі:

- а) сенсорна;
- б) розумова;
- в) м'язова;
- г) всі перелічені.

6. Які ферменти знижують свою активність при втомі від вправ у зоні максимальної потужності?

- а) креатинфосфокіназа;
- б) лактатдегідрогеназа;
- в) фосфорилаза;
- г) енолаза.

7. Які ферменти знижують свою активність при втомі від вправ у зоні субмаксимальної потужності?

- а) креатинкіназа;
- б) ферменти гліколізу;
- в) ферменти циклу Кребса;
- г) ферменти дихального ланцюга мітохондрій.

8. Які ферменти знижують свою активність при втомі від вправ у зоні великої і помірної потужності?

- а) креатинкіназа;
- б) міокіназа;
- в) дихальні ферменти аеробного окиснення;
- г) ліпаза.

9. Концентрація якої речовини різко зменшується при глобальній втомі?

- а) сечовина;
- б) АТФ;
- в) АДФ;
- г) молочна кислота.

10. Які Ви знаєте теорії втоми?

- а) гуморально-локалістична і симпато-адреналова;
- б) центрально-нервова і теорія Хакслі;
- в) центрально-нервова і гуморально-локалістична;
- г) теорія Девіса.

11. Яка речовина є інтегральним показником втоми?

- а) сечовина;
- б) молочна кислота;
- в) креатинін;
- г) фосфор неорганічний.

12. Яка біохімічна речовина є показником локальної втоми?

- а) сечовина;
- б) молочна кислота;

- в) фосфор неорганічний;
- г) креатинін.

13. Яка речовина накопичується в синапсах під час втоми?

- а) сечовина;
- б) катехоламіни;
- в) ГАМК;
- г) карнітин.

14. Яким буде кумулятивний ефект від повторних вправ за умови, коли кожну наступну вправу починати на стадії повного відновлення?

- а) ефект негативної взаємодії;
- б) ефект нейтральної взаємодії;
- в) ефект регресивної взаємодії;
- г) ефект прогресивної взаємодії.

15. Який із шляхів обміну вуглеводів стимулюється у скелетних м'язах під час відпочинку після дуже інтенсивної фізичної роботи?

- а) креатинфосфокіназна реакція;
- б) гліколіз;
- в) глікогеноліз;
- г) аеробне окиснення молочної кислоти.

16. У якій послідовності відбувається відновлення енергетичних субстратів після виконаної роботи (явище гетерохронності)?

- а) резерви O_2 і креатин фосфату; запас глікогену м'язів і печінки; резерви жирів, білкові структури;
- б) білкові структури; резерви жирів; запас глікогену м'язів і печінки; резерви O_2 і креатин фосфату;
- в) запас глікогену м'язів і печінки; запас глікогену м'язів і печінки; резерви жирів; резерви O_2 і креатин фосфату;
- г) одночасно.

17. Які метаболіти циклу Кребса застосовують для пришвидшеного відновлення?

- а) молочна кислота;
- б) ПВК;
- в) креатинфосфат;
- г) бурштинова кислота.

18. Які речовини утворюються із глюкози в процесі пластичного обміну?

- а) білок;
- б) глікоген;
- в) нуклеїнові кислоти;
- г) холестерин.

19. Що є причиною суперкомпенсації?

- а) підвищений рівень гормонів у процесі відпочинку після м'язової роботи; інтенсифікація ферментативної активності; домінування пластичних реакцій обміну над енергетичними;
- б) ацидоз;
- в) підвищений вміст сечовини в крові;
- г) гіперглікемія.

20. Як називається накопичувальна фаза біохімічної реституції?

- а) фаза суперкомпенсації;
- б) фаза неповного відновлення;
- в) фаза повного відновлення;
- г) фаза підготовча.

21. Як називається ефект від повторних навантажень, які починати у фазі суперкомпенсації?

- а) ефект негативної взаємодії;
- б) ефект нейтральної взаємодії;
- в) ефект регресивної взаємодії;
- г) ефект прогресивної взаємодії.

22. Які ефекти від повторних навантажень спостерігатимемо, якщо кожне наступне починати на стадії недовідновлення?

- а) ефект негативної взаємодії;
- б) ефект нейтральної взаємодії;
- в) ефект регресивної взаємодії;
- г) ефект прогресивної взаємодії.

23. Чим більші витрати енергоресурсу під час роботи, тим вищий пік його надвідновлення в період відпочинку.

Що це таке?

- а) правило Енгельгардта;
- б) принцип комплементарності;
- в) принцип гетерохронності і біохімічних реституцій;
- г) теорія Хакслі.

24. Який ефект відсутній за умови правильної організації тренувальних навантажень?

- а) поточний;
- б) терміновий;
- в) відкладений;
- г) стрес-ефект.

25. Кумулятивний тренувальний ефект спостерігають після...

- а) одиночного тренувального навантаження;
- б) серій навантажень в межах мікроциклу;
- в) у результаті підсумовування поточного, термінового і відкладеного ефектів у межах макроциклу;
- г) не спостерігаються взагалі.

4. Біохімічна характеристика рухових здібностей спортсмена

1. Які механізми енергозабезпечення

вдосконалюються при розвитку швидкості, пружкості і швидкісної витривалості?

- а) анаеробний алактатний, анаеробний лактатний, міокіназний;
- б) креатин фосфатний, гліколітичний;
- в) дихальне фосфорилування, гліколіз;
- г) аеробне окиснення, дихальне фосфорилування.

2. Білі м'язові волокна визначають...

- а) швидкісні якості;
- б) силову витривалість;
- в) швидкісно-силову витривалість;
- г) загальну витривалість.

3. В якому віковому діапазоні є найвищий прояв сили як рухової якості (здібності) важкоатлета?

- а) 10–15 років;
- б) 15–20 років;
- в) 20–30 років;
- г) 40–55 років.

4. Виберіть хронологічну послідовність явищ розтренування рухових якостей:

- а) швидкість, гнучкість, сила, витривалість;
- б) спеціальна витривалість, швидкість, гнучкість, сила;
- в) сила, швидкість, гнучкість, витривалість;
- г) гнучкість, швидкість, сила, витривалість.

5. Зміна яких компонентів м'язів відбувається

за умови домінувального розвитку загальної витривалості?

- а) гемоглобіну, міоглобіну, кількості мітохондрій, розміру мітохондрій, цитохромоксидази, глікогену м'язів;
- б) гемоглобіну, міоглобіну, кількості мітохондрій, ядер;

- в) фібрину, кількості мітохондрій, розміру мітохондрій;
- г) ферментів гліколізу, лактатдегідрогенази, креатин фосфату.

6. Які тести використовуються при визначенні загальної натренованості?

- а) велоергометрична проба;
- б) тест Маргарія;
- в) гарвардський степ-тест;
- г) велоергометрична проба і гарвардський степ-тест.

7. Яка генетична ознака не лімітує прояву швидкісних здібностей?

- а) співвідношення між білими і червоними волокнами;
- б) довжина саркомера;
- в) міозин-АТФ-азна активність міозину;
- г) кількість мітохондрій у міоциті.

8. Яка фізична якість слугує базою для прояву швидкості?

- а) загальна витривалість;
- б) сила;
- в) спеціальна витривалість;
- г) гнучкість.

9. Яка фізична якість слугує базою для прояву сили?

- а) загальна витривалість;
- б) спеціальна витривалість;
- в) швидкість;
- г) гнучкість.

10. Який механізм енергозабезпечення лежить в основі розвитку швидкості?

- а) креатинкіназний;
- б) дихальне фосфорилування.
- в) міокіназний.
- г) жодний із перелічених.

11. Який механізм енергозабезпечення лежить в основі розвитку сили?

- а) креатинкіназний;
- б) міокіназний;
- в) дихальне фосфорилування;
- г) жодний.

12. Який механізм енергоутворення є провідним на шляху до удосконалення витривалості до довготривалої роботи?

- а) креатинкіназний;
- б) гліколітичний;
- в) дихальне фосфорилування;
- г) усі.

13. Чим коротший саркомер, тим кращими є генетичні передумови для прояву якості...

- а) сили;
- б) швидкості;
- в) витривалості;
- г) гнучкості.

14. Чим довший саркомер, тим кращими є генетичні передумови для прояву якості...

- а) сили;
- б) швидкості;
- в) витривалості;
- г) гнучкості.

15. Які міофібрили під впливом систематичних тренувань подовжуються, чим забезпечують поліпшення якості сили?

- а) актинові;
- б) міозинові;
- в) міозинові і актинові;
- г) не потовщуються взагалі.

16. Які міофібрили під впливом систематичних тренувань потовщуються, чим забезпечують поліпшення якості сили?

- а) актинові;
- б) міозинові;
- в) міозинові і актинові;
- г) не подовжуються взагалі.

5. Вікові особливості біохімічної адаптації до фізичного навантаження

1. У якому віковому діапазоні є найвищий прояв сили як рухової якості (здібності) важкоатлета?

- а) 10–15 років;
- б) 15–20 років;
- в) 20–30 років;
- г) 40–55 років;

2. Які метаболічні процеси переважають у дітей і підлітків?

- а) анаболічні;
- б) катаболічні;
- в) динамічна рівновага;
- г) функціональні.

3. Як фізичні тренування змінюють біологію процесу старіння?

- а) помірні;
- б) спринтерські;
- в) помірні навантаження;
- г) навантаження на витривалість.

4. Які метаболічні процеси переважають у похилому віці?

- а) анаболічні;
- б) катаболічні;
- в) урівноважені анаболічні з катаболічними;
- г) не переважають взагалі.

5. Які метаболічні процеси є в людей зрілого віку?

- а) анаболічні;
- б) катаболічні;
- в) збалансовані анаболічні з катаболічними;
- г) не збалансовані взагалі.

6. У якому віці спостерігають позитивний азотовий баланс?

- а) у дитячому;
- б) у зрілому;
- в) у середньому;
- г) у похилому.

7. У якому віці наявий негативний азотовий баланс?

- а) у дитячому;
- б) у підлітковому;
- в) у зрілому;
- г) у похилому.

8. У якому віці може бути пубертатний стрибок?

- а) у дитячому;
- б) у підлітковому;
- в) у зрілому;
- г) у похилому.

9. Які ефекти спостерігаються у фізичному розвитку молодого покоління на сучасному етапі?

- а) ретардації;
- б) акселерації;
- в) акселерації і ретардації;
- г) не спостерігаються взагалі.

10. У якому віці метаболізм найекономніший і найзбалансованіший?

- а) у юному;
- б) у зрілому;

- в) у підлітковому;
- г) у похилому.

6. Принципи тренування

1. У якій фазі місячного циклу спортсменки проявляють найвищу працездатність?

- а) менструальній;
- б) овуляторній;
- в) післяовуляторній і післяменструальній;
- г) передменструальній.

2. У спортсменів після тренувального мікроциклу виявили явище кетонурії. Якого рівня було навантаження?

- а) тренувальний мікроцикл, побудований за принципом помірного навантаження;
- б) тренувальний мікроцикл, побудований за принципом надобтяження;
- в) тренувальний мікроцикл, побудований за принципом розвантажувального навантаження;
- г) тренувальний мікроцикл, побудований за принципом втягувального навантаження.

3. Які біохімічні параметри змінюються насамперед під час адаптації до умов середньогір'я?

- а) зростання вмісту гемоглобіну, міоглобіну;
- б) зростання аеробних механізмів енергозабезпечення; інтенсифікація гліколізу;
- в) зростання вмісту креатинфосфату;
- г) вміст скорочувальних білків.

4. Яка послідовність біохімічних змін в організмі спортсмена при перетренуванні?

- а) зниження аеробного окиснення; зниження інтенсивності гліколізу, зниження вмісту глікогену в м'язах;
- б) зниження вмісту глікогену в м'язах; зниження аеробного окиснення; зниження інтенсивності гліколізу;
- в) зниження інтенсивності гліколізу; зниження вмісту глікогену в м'язах; зниження аеробного окиснення;
- г) зниження алактатного анаеробного окиснення; зниження вмісту глікогену в м'язах; зниження інтенсивності гліколізу.

5. Яка послідовність біохімічних змін спостерігається в м'язах натренованого організму?

- а) зростання аеробних окисних процесів і вмісту глікогену; нагромадження структурних білків; зростання інтенсивності гліколізу; зростання вмісту креатинфосфату;
- б) зростання вмісту креатинфосфату; зростання інтенсивності гліколізу; нагромадження структурних білків; зростання аеробних окисних процесів і вмісту глікогену;
- в) зростання інтенсивності гліколізу; зростання вмісту креатинфосфату; нагромадження структурних білків; зростання аеробних окисних процесів і вмісту глікогену;
- г) всі зміни відбуваються одночасно.

6. Вибрати біохімічні особливості перетренованого організму спортсмена:

- а) зниження аеробного окиснення та інтенсивності гліколізу;
- б) підвищений вміст креатинфосфату;
- в) зростання рівня АТФ у м'язах;
- г) збільшення цукру в крові.

7. Вибрати хронологічну послідовність явищ розтренування рухових якостей. швидкості, гнучкості, сили, витривалості.

- а) швидкість, гнучкість, сила, витривалість;
- б) спеціальна витривалість, швидкість, гнучкість, сила;
- в) сила, швидкість, гнучкість, витривалість;
- г) гнучкість, швидкість, сила, витривалість.

8. Яка послідовність біохімічних змін у м'язах при розтренуванні?

- а) зниження анаеробних алактатних можливостей; зниження гліколітичних можливостей і вмісту глікогену; зниження вмісту структурних білків і АТФ-азної активності міозину; зниження аеробних можливостей енергозабезпечення;
- б) всі зміни відбуваються одночасно;
- в) зниження гліколітичних можливостей і вмісту глікогену; зниження вмісту структурних білків і АТФ-азної активності міозину; зниження аеробних можливостей енергозабезпечення, зниження анаеробних алактатних можливостей;
- г) зниження аеробних можливостей енергозабезпечення, зниження вмісту структурних білків і АТФ-азної активності міозину, зниження анаеробних алактатних можливостей; зниження гліколітичних можливостей і вмісту глікогену.

9. Коли настає кумулятивний тренувальний ефект?

- а) під час виконання вправи;
- б) після закінчення вправи;
- в) на ранніх етапах відновлення;
- г) в результаті тривалого етапу тренувань.

10. Як називається ефект від повторних навантажень, які починали у фазі суперкомпенсації?

- а) ефект негативної взаємодії;
- б) ефект нейтральної взаємодії;
- в) ефект регресивної взаємодії;
- г) ефект прогресивної взаємодії.

11. Які ефекти від повторних навантажень будемо спостерігати, якщо кожне наступне задаватимемо на стадії недовідновлення?

- а) ефект негативної взаємодії;
- б) ефект нейтральної взаємодії;
- в) ефект регресивної взаємодії;
- г) ефект прогресивної взаємодії.

12. Які види адаптацій варто уникати на шляху до підвищення натренованості?

- а) короткотривалої;
- б) довготривалої;
- в) стрес-адаптації;
- г) вид адаптації немає значення.

13. Для стійкого підвищення функціонального рівня спортсмена важливим є дотримання таких принципів спортивного тренування:

- а) повторності і регулярності;
- б) циклічності та правильного чергування роботи і відпочинку;
- в) надобтяження та індивідуалізації;
- г) дотримання усіх принципів.

7. Біохімічна характеристика різновидів фізичної діяльності оздоровчого спрямування

1. В яких видах спорту під час тренувальних навантажень може спостерігатися явище альбумінурії?

- а) швидкісної спрямованості;
- б) силової спрямованості;
- в) при довготривалих навантаженнях;
- г) не спостерігається взагалі.

2. Які шляхи енергозабезпечення існують при виконанні вправ у спортивних іграх?

- а) тільки креатинфосфатний;
- б) тільки гліколітичний;
- в) змішаний анаеробно-аеробний;
- г) тільки аеробне окиснення і дихальне фосфорилування.

3. Після баскетбольного турніру в спортсменів виявили посилену екскрецію сечовини з ранковою порцією сечі. Як можна прокоментувати результати таких досліджень?

- а) навантаження турніру були надмірними;
- б) навантаження турніру були помірними;
- в) навантаження турніру були недостатніми;
- г) навантаження турніру відповідали навантаженням тренувань.

4. У представників якого із поданих видів спорту є найвищою аеробна потужність?

- а) плавання;
- б) біг на довгі дистанції;
- в) лижні перегони;
- г) швидкісний біг на ковзанах.

5. У представників якого із поданих видів спорту є найвищою аеробна ємність?

- а) плавання;
- б) біг на довгі дистанції;
- в) лижні перегони;
- г) швидкісний біг на ковзанах.

6. У представників якого із наведених видів спорту є найвищою аеробна ефективність?

- а) плавання;
- б) біг на довгі дистанції;
- в) лижні перегони;
- г) швидкісний біг на ковзанах.

7. У представників якого із названих видів спорту є найвищою гліколітична анаеробна потужність?

- а) плавання;
- б) біг на довгі дистанції;
- в) лижні перегони;
- г) швидкісний біг на ковзанах.

8. У представників якого із наведених видів спорту є найвищою гліколітична анаеробна ємність?

- а) плавання;
- б) біг на довгі дистанції;
- в) лижні перегони;
- г) баскетбол.

9. У представників якого виду спорту фіксують найбільше накопичення молочної кислоти в крові?

- а) велоперегони;
- б) біг на 800–1000м;
- в) гімнастика;
- г) футбол.

10. У представників яких видів спорту спостерігають найвищий рівень активації симпато-адреналової системи?

- а) важка атлетика;
- б) гімнастика;
- в) спортивні ігри;
- г) легка атлетика.

11. У представників якого виду спорту найчастіше спостерігають “мертву точку”?

- а) у бігунів на середні дистанції;
- б) у лижників-дворборців;
- в) у гімнастів;
- г) у футболістів.

12. Домінантна частина вправ у представників яких видів спорту належить до максимальної зони відносної потужності?

- а) легкоатлетів-спринтерів;
- б) легкоатлетів-стаєрів;
- в) гравців зі спортивних ігор;
- г) багатоденні велоперегони.

13. Домінантна частина вправ у представників яких видів спорту належить до субмаксимальної зони відносної потужності?

- а) легкоатлетів-спринтерів;
- б) легкоатлетів-стаєрів;
- в) гравців зі спортивних ігор;
- г) багатоденні велоперегони.

14. Домінантна частина вправ у представників яких видів спорту належить до великої зони відносної потужності?

- а) легкоатлетів-спринтерів;
- б) легкоатлетів-стаєрів;
- в) гравців зі спортивних ігор;
- г) багатоденні велоперегони.

15. Домінантна частина вправ у представників яких видів спорту належить до помірної зони відносної потужності?

- а) легкоатлетів-спринтерів;
- б) легкоатлетів-стаєрів;
- в) гравців зі спортивних ігор;
- г) багатоденні велоперегони.

16. Марафонський біг становить собою вид спорту, упродовж занять яким спортсмени як джерело енергоутворення найбільшою мірою використовують...

- а) креатинфосфокіназну реакцію;
- б) гліколітичне фосфорилування;
- в) дихальне фосфорилування;
- г) міокіназну реакцію.

17. На всіх основних лижних дистанціях енергозабезпечення відбувається виключно...

- а) анаеробним алактатним шляхом;
- б) анаеробним лактатним шляхом;
- в) шляхом дихального фосфорилування;
- г) механізм ресинтезу АТФ немає значення.

18. У яких зонах відносної потужності

лежать основні дистанції академічного веслування

- а) максимальна;
- б) субмаксимальна;
- в) велика;
- г) помірна.

19. Одним із шляхів виведення

молочної кислоти з організму є піт.

У якому виді спорту це виключено під час тренувальних і змагальних навантажень?

- а) легка атлетика;
- б) плавання;
- в) спортивні ігри;
- г) бокс.

20. Максимальне силове напруження,

яке розвиває важкоатлет, залежить від...

- а) алактатної анаеробної компоненти енергоутворення;
- б) лактатної анаеробної компоненти енергоутворення;
- в) аеробної енергопродуктивності;
- г) від усіх в однаковій мірі.

21. У якому виді спорту неперервно змінюється співвідношення анаеробно-аеробних окисних процесів?

- а) боротьба;
- б) спортивні ігри;
- в) легка атлетика;
- г) плавання.

22. Активна акліматизація футболістів,

що перебувають в умовах середньогір'я –це...

- а) пристосування до гірських умов;
- б) проведення тренувальних занять в гірських умовах;
- в) довготривале перебування у гірській місцевості для відпочинку;
- г) виїзд на змагання.

8. Теоретико-методичні засади біохімічного контролю фізичної активності людини

1. У спортсменів у результаті проби PWC170 на велоергометрі виявили різний вміст молочної кислоти в крові. Які зміни її вказують на кращу натренованість?

- а) чим більші зміни молочної кислоти, тим краща тренуваність;
- б) чим менші зміни молочної кислоти, тим краща тренуваність;
- в) середні зміни молочної кислоти вказують на кращу тренуваність;
- г) чим менші зміни молочної кислоти, тим менша тренуваність.

2. Який показник рН сечі здорової людини?

- а) рН = 1;
- б) рН = 4;
- в) рН = 8;
- г) рН = 5,5.

3. У спортсменів після тренувального мікроциклу виявили явище кетонурії. Якого рівня було навантаження?

- а) тренувальний мікроцикл, побудований за принципом помірного навантаження;
- б) тренувальний мікроцикл, побудований за принципом надобтяження;
- в) тренувальний мікроцикл, побудований за принципом розвантажувального навантаження;
- г) тренувальний мікроцикл, побудований за принципом втягувального навантаження.

4. Нагромадження яких метаболітів вважають чинниками втоми у зоні субмаксимальної потужності?

- а) молочна кислота в крові;
- б) γ -аміномасляна кислота;
- в) фосфор неорганічний в крові та в сечі;
- г) креатинін в сечі.

5. Після тренування у спортсмена виявили креатинін у сечі.

Як потрактувати це явище?

- а) як норму;
- б) як патологію;
- в) як передпатологічний стан;
- г) як стан стресу.

6. Який зазвичай (у стані спокою) показник рН артеріальної крові?

- а) 6,34;
- б) 8,34;
- в) 7,00;
- г) 5,00.

7. Біохімічний критерій фосфору неорганічного визначили у сечі спортсменів.

Про що це свідчить?

- а) про норму;
- б) про патологію;
- в) про передпатологічний стан;
- г) про стан стресу.

8. Після баскетбольного турніру в спортсменів виявили посилену екскрецію сечовини з ранковою порцією сечі.

Як можна прокоментувати результати таких досліджень?

- а) навантаження турніру були надмірними;
- б) навантаження турніру були помірними;
- в) навантаження турніру були недостатніми;
- г) навантаження турніру відповідали навантаженням тренувань.

9. Які показники є найінформативнішими при відборі для роботи, яка належить до зони субмаксимальної потужності?

- а) рівень молочної кислоти в крові;
- б) висока активність дихального фосфорилування;

- в) високий вміст сечовини після навантаження;
- г) високий вміст креатин фосфату.

10. Як впливають на організм спортсменів анаболічні стероїди?

- а) посилюють енергетичний обмін;
- б) понижують пластичний обмін;
- в) понижують енергетичний обмін;
- г) посилюють пластичний обмін.

11. Ви плануєте бігати середні дистанції. Які біохімічні параметри застосують для Вашого відбору в секцію?

- а) визначення молочної кислоти в крові;
- б) визначення рН сечі;
- в) визначення білка в сечі;
- г) визначення креатиніну в сечі та молочної кислоти в крові.

12. Який біохімічний показник причетний до больових відчуттів у м'язах?

- а) молочна кислота;
- б) сечова кислота;
- в) ПВК;
- г) креатинін.

13. Роль γ -аміномасляної кислоти:

- а) активація циклу Кребса;
- б) активція ферментів дихального ланцюжка мітохондрій;
- в) гальмування нервово-мязової передачі;
- г) гальмування гліколізу.

14. Ви плануєте бігати короткі дистанції. Які біохімічні параметри застосують для контролю під час відбіркового тестування?

- а) визначення молочної кислоти в крові;
- б) визначення рН сечі;
- в) визначення білка в сечі;
- г) визначення креатиніну в сечі.

15. Який біохімічний показник причетний до больових відчуттів у ділянці серця?

- а) молочна кислота;
- б) сечова кислота;
- в) ПВК;
- г) креатинін.

16. Які показники є найінформативнішими при відборі для роботи, яка належить до зони великої потужності?

- а) вміст глікогену в м'язах і висока активність дихального фосфорилування;
- б) високий вміст цукру в крові після навантаження;
- в) високий вміст неорганічного фосфору в крові;
- г) високий вміст креатинфосфату.

17. Який тест на велоергометрі використовують для визначення рівня швидкісної витривалості?

- а) гарвардський степ-тест;
- б) Vita maxima;
- в) тест Маргарія;
- г) тест Купера.

18. Які показники є найінформативнішими при відборі для роботи, яка належить до зони помірної потужності?

- а) максимальний вміст молочної кислоти;
- б) вміст глікогену в м'язах і печінці;
висока активність дихального фосфорилування;
високий вміст сечовини після навантаження;
- в) високий вміст креатинфосфату;
- г) максимальне зміщення рН крові в кислий бік.

9. Біохімічні чинники спортивної працездатності

1. Вибрати чинники, які визначають

фізичну працездатність:

- а) біоенергетичні;
- б) нервово-м'язові;
- в) психологічні;
- г) усі перераховані.

2. На фізичну працездатність впливають такі

функціональні особливості людини:

- а) алактатні анаеробні здібності;
- б) лактатні анаеробні здібності;
- в) аеробні здібності;
- г) усі вказані.

3. Енергетичним критерієм потужності алактатної анаеробної здібності спортсмена є...

- а) максимальна анаеробна потужність (МАП), швидкість розпаду макроергів (р/т);
- б) швидкість накопичення молочної кислоти (НЛ/т); швидкість надлишкового виділення CO_2 (Ехс CO_2);
- в) максимальне споживання кисню (VO_2 max), критична потужність ($W_{\text{кр}}$); кисневий прихід за час виконання вправи (VO_2);
- г) усі подані.

4. Енергетичним критерієм потужності лактатної анаеробної здібності спортсмена є...

- а) максимальна анаеробна потужність (МАП), швидкість розпаду макроергів (р/т);
- б) швидкість накопичення молочної кислоти (НЛ/т); швидкість надлишкового виділення CO_2 (Ехс CO_2);
- в) максимальне споживання кисню (VO_2 max), критична потужність ($W_{\text{кр}}$); кисневий прихід за час виконання вправи (VO_2);
- г) усі наведені.

5. Енергетичним критерієм потужностей аеробної здібності людини є...

- а) максимальна анаеробна потужність (МАП), швидкість розпаду макроергів (p/t);
- б) швидкість накопичення молочної кислоти (HL/t); швидкість надлишкового виділення CO_2 (ExCO_2);
- в) максимальне споживання кисню ($\text{VO}_{2, \text{max}}$), критична потужність ($\text{W}_{\text{кр}}$); кисневий прихід за час виконання вправи (VO_2);
- г) усі вказані.

6. Енергетичним критерієм ємності алактатної анаеробної здібності людини є...

- а) загальний вміст КрФ в м'язах, величина алактатного O_2 - боргу;
- б) максимальне накопичення молочної кислоти в крові (HLa), максимальний O_2 - борг, максимальний зсув рН ($\Delta\text{pH}_{\text{max}}$);
- в) сумарний вміст алактатних і лактатних аеробних джерел;
- г) усі перелічені.

7. Енергетичним критерієм ємності лактатної анаеробної здібності людини є...

- а) загальний вміст КрФ в м'язах, величина алактатного O_2 - боргу;
- б) максимальне накопичення молочної кислоти в крові (HLa), максимальний O_2 - борг, максимальний зсув рН ($\Delta\text{pH}_{\text{max}}$);
- в) сумарний вміст алактатних і лактатних аеробних джерел;
- г) усі перелічені.

8. Енергетичним критерієм ефективності алактатної анаеробної здібності людини є...

- а) швидкість оплати алактатного O_2 - боргу (Ka);
- б) механічний еквівалент молочної кислоти (W/HLa);
- в) кисневий еквівалент роботи (КЕР), поріг анаеробного обміну;
- г) усі перелічені.

9. Енергетичним критерієм ефективності лактатної анаеробної здібності людини є...

- а) швидкість оплати алактатного O_2 - боргу (Ka);

- б) механічний еквівалент молочної кислоти (W/ HLa);
- в) кисневий еквівалент роботи (КЕР), поріг анаеробного обміну (ПАНО);
- г) усі перераховані.

10. Енергетичним критерієм ефективності аеробної здібності людини є...

- а) швидкість оплати алактатного O_2 - боргу (Ka);
- б) механічний еквівалент молочної кислоти (W/ HLa);
- в) кисневий еквівалент роботи (КЕР), поріг анаеробного обміну (ПАНО);
- г) усі перераховані.

10. Роль симпатoadреналової системи при виконанні фізичних вправ різних за обсягом, інтенсивністю та тривалістю

1. Симпатoadреналова система складається...

- а) гормональної і медіаторної ланки;
- б) медіаторів симпатичного відділу вегетативної нервової системи;
- в) гормонів і медіаторів: адреналіну, норадреналіну, ДОФА і дофаміну;
- г) все перераховане.

2. Функції САС:

- а) гомеостатична;
- б) адаптаційна;
- в) трофічна;
- г) усе вказане.

3. Автори гомеостатичної і адаптаційно-трофічної теорії САС:

- а) Кеннон і Орбелі;
- б) Орбелі і Сеченов;
- в) Павлов і Кеннон;
- г) Енгельгардт.

4. У кого спостерігають більшу екскрецію адреналіну при виконанні однакових вправ:

- а) у кваліфікованих спортсменів;
- б) у висококваліфікованих спортсменів;
- в) у слабкотренованих людей;
- г) у спортсменів II розряду.

5. Яким є співвідношення в екскреції НА до А в стані відносного спокою (НА:А):

- а) 1/3;
- б) 2/1;
- в) s;
- г) S.

6. Якою є позитивна активація САС у передстартовому періоді?

- а) в 2–3 рази збільшена;
- б) в 4–5 разів збільшена;
- в) в 10 разів збільшена;
- г) немає значення для передстартового стану.

7. Який показник активації САС продовж тренувального заняття оптимально впливає на його перебіг?

- а) в 5 разів;
- б) в 10 разів;
- в) в 2–4 рази;
- г) немає значення для ефективності тренувального заняття.

8. Втому пов'язують із зниженням екскреції таких компонентів:

- а) А;
- б) НА;
- в) ДОФА і ДА;
- г) усіх перелічених.

9. При подоланні навантажень кваліфікованими спортсменами на рівні власних рекордів спостерігають:

- а) значне підвищення рівня катехоламінів;
- б) значне зниження рівня А;
- в) незмінний рівень КА;
- г) все перечислене вище немає значення при встановлені особистих рекордів спортсмена.

10. Стан бойової готовності визначають так:

- а) у 2–4 рази збільшена концентрація адреналіну і норадреналіну;
- б) співвідношення НА:А=2;
- в) у 2 рази збільшена концентрація ДОФА і дофаміну;
- г) все перечислене.

11. Стан предстартової лихоманки пов'язаний з надмірною секрецією:

- а) адреналіну;
- б) норадреналіну;
- в) ДОФА;
- г) дофаміну.

12. Стан предстартової апатії пов'язаний з надмірною секрецією:

- а) адреналіну;
- б) норадреналіну;
- в) ДОФА;
- г) дофаміну.

13. Реалізацію швидкісних якостей спортсмена пов'язують з посиленою активацією:

- а) медіаторної (НА-ої) ланки САС;
- б) гормональної (А-ої) ланки САС;
- в) обох ланок САС;
- г) ніякої.

14. Реалізацію спортивних дій пов'язують з активацією...

- а) медіаторної (НА-ої) ланки САС;
- б) гормональної (А-ої) ланки САС;
- в) обох ланок САС;
- г) ніякої.

15. У якій фазі оваріально-менструального циклу є найнижчий рівень активації САС?

- а) менструальній;
- б) постменструальній;
- в) овуляторній;
- г) постовуляторній.

16. У якій фазі оваріально-менструального циклу є найвищий рівень активації САС?

- а) менструальній;
- б) постменструальній, постовуляторній;
- в) овуляторній;
- г) передменструальній.

17. У яких фазах ОМЦ є пік фізичної працездатності спортсменок?

- а) менструальній;
- б) постменструальній, постовуляторній;
- в) овуляторній;
- г) передменструальній.

18. У яких фазах ОМЦ фізична працездатність спортсменок є найнижчою?

- а) менструальній;
- б) постменструальній, постовуляторній;
- в) овуляторній;
- г) передменструальній.

19. Який тип активації САС домінує в юних спортсменів у процесі адаптації до фізичних навантажень?

- а) медіаторний (норадреналіновий);
- б) гормональний (адреналіновий);
- в) змішаний;
- г) не домінує ніякий.

20. Який тип активації САС домінує у кваліфікованих спортсменів у процесі реалізації їх м'язових зусиль?

- а) медіаторний (норадреналіновий);
- б) гормональний (адреналіновий);
- в) змішаний;
- г) не домінує ніякий.

21. Який тип активації САС домінує у спортсменів найвищої кваліфікації під час демонстрування рекордних результатів?

- а) медіаторний (норадреналіновий);
- б) гормональний (адреналіновий);
- в) змішаний;
- г) не домінує ніякий.

22. У представників якого виду спорту спостерігають найвищу екскрецію катехоламінів?

- а) у бігунів;
- б) у ігровиків;
- в) у гімнастів;
- г) у шахістів.

ПЛАН РОБОТИ З ЗАГАЛЬНОЇ БІОХІМІЇ ДЛЯ СТУДЕНТІВ, КОТРІ НАВЧАЮТЬСЯ ЗА ІНДИВІДУАЛЬНИМ ГРАФІКОМ

Тема. Загальні поняття про будову і властивості вуглеводів. Обмін вуглеводів

Програмні питання

1. Біологічна роль моносахаридів.
2. Класифікація вуглеводів за функціональними групами і кількістю атомів вуглецю.
3. Ізомерія та основні хімічні властивості.
4. Важливі представники моносахаридів, їх ациклічні та циклічні форми.
5. Будова та біологічна роль найважливіших ди- і полісахаридів.
6. Поняття про глюкозид-глюкозний і глюкозид-гідроксильний зв'язок; відновлювальні та невідновлювальні дисахариди.
7. Будова крохмалю і глікогену.
8. Гідроліз крохмалю.
9. Важливі похідні вуглеводів.
10. Перетворення вуглеводів у шлунково-кишковому тракті.
11. Транспортування моносахаридів через клітинні мембрани в тонкому кишківнику.
12. Анаеробне перетворення вуглеводів (гліколіз і глікогеноліз).
13. Аеробне перетворення вуглеводів (цикл трикарбонових кислот).
14. Поняття про гліконеогенез.

Тема. Загальні поняття про будову і властивості ліпідів. Обмін ліпідів.

Програмні питання

1. Загальна характеристика і класифікація ліпідів.
2. Біологічна роль та енергетична цінність ліпідів.

3. Будова нейтральних жирів та їх фізико-хімічні властивості.
4. Важливі жирні кислоти, що входять до складу природних жирів.
5. Значення ненасичених жирних кислот.
6. Емульгування жирних кислот та біологічне значення цього процесу.
7. Класифікація, біологічна роль і функції ліпоїдів, будова фосфатидів.
8. Ферментативний гідроліз жирів у шлунково-кишковому тракті.
9. Обмін жирів, окиснення жирних кислот. Роль печінки в обміні жирів.
10. Окиснення гліцерину і його зв'язок з гліколізом.
11. Ліполіз. Біологічна роль біологічного розпаду жирів, вплив гормонів фізичних навантажень на процеси тканинного розпаду жирів.
12. Синтез жиру. Біологічна роль жирів.

Тема. Будова, властивості та обмін білків і нуклеїнових кислот

Програмні питання

1. Загальна характеристика та біологічна роль білків і нуклеїнових кислот.
2. Будова, властивості і класифікація амінокислот.
3. Замінні та незамінні амінокислоти.
4. Пептидний зв'язок і його утворення.
5. Структура і класифікація білків.
6. Характеристика простих і складних білків.
7. Колоїдні властивості білків та їхніх розчинів.
8. Фізико-хімічні властивості білків.
9. Денатурація білків і чинники, які їх викликають.
10. Зворотні та незворотні реакції осадження білків.
11. Ферментативний гідроліз білків і нуклеїнових кислот у процесі травлення.
12. Шляхи використання амінокислот в організмі.
13. Біосинтез білка та роль нуклеїнових кислот у цьому процесі.

14. Внутріклітинні перетворення амінокислот.
15. Утворення та усунення аміаку в організмі.

Тема. Загальні питання про будову та біологічну роль ферментів і вітамінів

Програмні питання

1. Ферменти як біологічні катализатори.
2. Структура ферментів.
3. Механізм ферментативного каталізу.
4. Специфічність ферментів та їх види.
5. Оптимальні умови дії ферменту.
6. Активатори і паралізатори ферментів.
7. Класифікація і номенклатура ферментів.
8. Коферменти та ізоферменти.
9. Поняття про вітаміни як біологічно-активні речовини.
10. Класифікація вітамінів.
11. Джерела, будова і біологічна функція важливих водорозчинних вітамінів.
12. Джерела, будова і біологічна функція важливих жиророзчинних вітамінів.
13. Забезпеченість і потреба у вітамінах.
14. Поняття про авітаміноз, гіповітаміноз, гіпервітаміноз, причини їх виникнення.

Тема. Біоенергетика

Програмні питання

1. Ферменти-оксидоредуктази, їх класифікація і дія.
2. Суть сучасної теорії біологічного окиснення.
3. Роль ферментів та коферментів у процесах біологічного окиснення, класифікація ферментів за способом їх дії.
4. Проміжні носії електронів і протонів, їх будова. Класифікація та біологічна роль цитохромів.

5. Транспортування електронів та протонів у ланцюгу біологічного окиснення при достатній і недостатній кількості кисню в організмі. Назвати кінцеві продукти.
6. Енергетичний ефект біологічного окиснення.

ПЛАН РОБОТИ З БІОХІМІЇ СПОРТУ ДЛЯ СТУДЕНТІВ, КОТРІ НАВЧАЮТЬСЯ ЗА ІНДИВІДУАЛЬНИМ ГРАФІКОМ

Тема. Біохімія м'язів та м'язового скорочення

Програмні питання

1. Будова м'язів.
2. Хімічний склад м'язів:
 - а) м'язові білки;
 - б) азотисті та безазотисті речовини м'язів.
3. Механізм м'язового скорочення. Суть гіпотези Хакслі і Девіса.
4. Розслаблення м'язів.
5. Роль АТФ у скороченні та розслабленні м'язів.
6. Роль іонів Ca^{2+} у скороченні і розслабленні м'язів.
7. Послідовність хімічних реакцій м'язового скорочення.

Тема. Біоенергетичні процеси під час м'язової діяльності

Програмні питання

1. Анаеробні і аеробні шляхи ресинтезу АТФ при м'язовій діяльності.
2. Ресинтез АТФ в кратинфосфокіназній реакції, та її роль в енергетичному забезпеченні м'язової діяльності.
3. Ресинтез АТФ у процесі гліколізу, особливості регуляції гліколітичного процесу під час м'язової діяльності.
4. Ресинтез АТФ у процесі окисного фосфорилування та його роль в процесі життєдіяльності.
5. Міокіназна реакція і її роль у підтриманні сталості концентрації АТФ у м'язах.
6. Умови забезпечення тканин киснем і ефективність процесів аеробного ресинтезу АТФ.

7. Взаємозв'язок між аеробними і анаеробними процесами у м'язах.

**Тема. Біохімічні зміни в організмі
під час втоми та в період відпочинку
після м'язової роботи**

Програмні питання

1. Біохімічні зміни в організмі спортсменів під час втоми.
2. Спрямованість біохімічних перетворень в організмі в період після м'язової роботи.
3. Біохімічні процеси, які відбуваються під час “оплати” швидкого і повільного кисневого боргу. Співвідношення величини кисневого боргу з розмірами анаеробних перетворень при роботі.
4. Взаємозв'язок процесів розщеплення і ресинтезу.
5. Поняття про термінове і відкладене відновлення.
6. Гетерохронність відновлення різних речовин, використаних для роботи.
7. Використання продуктів “робочого” обміну ліпідів як джерел енергії для процесів відновлення.
8. Поняття про суперкомпенсацію. Особливості регуляції біохімічних процесів у фазі надвідновлення.
9. Роль гормонів у регуляції метаболічних процесів у період відпочинку після роботи.

**Тема. Особливості біохімічних змін в організмі
під час занять різними видами спорту**

Програмні питання

1. Зміни біохімічних чинників у м'язах і нервових волокнах під час тренування з використанням швидкодіючих силових чинників.
2. Специфічність прояву витривалості у різних видах спортивної діяльності.
3. Біохімічні чинники, які визначають прояв алактатного, гліколітичного і аеробного компонентів витривалості. Біохімічне

обґрунтування неперервних, повторних та інтервальних методів розвитку цих чинників.

4. Енергетичне забезпечення м'язової діяльності залежно від характеру і тривалості.
5. Використання вуглеводів як джерела енергії для м'язової діяльності.
6. Мобілізація ліпідів при м'язовій діяльності.
7. Характер зміни концентрації цукру в крові залежно від енергетичного забезпечення організму.
8. Спільність і відмінність циклічних і ациклічних видів спорту за біохімічною характеристикою.

ВІДПОВІДІ НА ТЕСТИ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ЗНАНЬ

СТАТИЧНА БІОХІМІЯ

1. Вода в живих системах. Обмін води і мінеральних солей в організмі людини.

1. б, в; 2. б; 3. а; 4. в; 5. б; 6. б; 7. г; 8. б; 9. г; 10. г; 11. г; 12. б; 13. г; 14. в; 15. а, б, в, г; 16. б; 17. б; 18. а; 19. в; 20. а; 21. г; 22. в; 23. а; 24. г; 25. б; 26. а; 27. а.

2. Вуглеводи. Будова, властивості та біологічна роль.

1. б; 2. в; 3. в; 4. в; 5. б; 6. а; 7. в; 8. г; 9. а; 10. б; 11. б; 12. г; 13. в; 14. а; 15. б; 16. б; 17. г; 18. в; 19. а; 20. а; 21. в; 22. б; 23. в; 24. а; 25. в; 26. а; 27. г; 28. а; 29. б; 30. г; 31. в; 32. в.

3. Ліпіди. Будова, властивості та біологічна роль.

1. г; 2. б; 3. б; 4. а; 5. б; 6. а; 7. б; 8. б; 9. а; 10. а; 11. г; 12. б; 13. а; 14. а; 15. а; 16. а; 17. в; 18. г; 19. а; 20. а; 21. а; 22. а; 23. а; 24. г; 25. г; 26. а; 27. в.

4. Білки і нуклеїнові кислоти. Будова, властивості та біологічна роль.

1. в; 2. б; 3. г; 4. г; 5. в; 6. б; 7. б; 8. б; 9. в; 10. б; 11. в; 12. б, г; 13. б, г; 14. г; 15. в; 16. г; 17. а, г; 18. г; 19. а.

5. Ферменти. Біологічна роль.

1. б; 2. г; 3. а; 4. г; 5. б; 6. в; 7. а; 8. г; 9. г; 10. г; 11. а; 12. а; 13. а; 14. б; 15. г; 16. а; 17. а; 18. в; 19. б; 20. а.

ДИНАМІЧНА БІОХІМІЯ

1. Обмін вуглеводів.

1. в; 2. г; 3. в; 4. в; 5. б; 6. б; 7. в; 8. б; 9. б; 10. б; 11. в; 12. в; 13. г; 14. в; 15. б; 16. г; 17. б; 18. б; 19. в; 20. б; 21. г; 22. в; 23. а; 24. а; 25. г; 26. в; 27. в; 28. г; 29. а; 30. а; 31. а; 32. а; 33. а; 34. а; 35. а; 36. а.

2. Обмін ліпідів.

1. б; 2. б; 3. а; 4. а; 5. а; 6. а; 7. а; 8. б; 9. а; 10. в; 11. а; 12. г; 13. б; 14. б; 15. а; 16. б; 17. г; 18. б; 19. б; 20. а; 21. а; 22. а; 23. а; 24. в.

3. Обмін білків.

1. б; 2. в; 3. в; 4. в; 5. б; 6. г; 7. б; 8. а; 9. а; 10. г; 11. б, в; 12. б.

ВІТАМІНИ, ГОРМОНИ**1. Гормони.**

1. в, г; 2. в; 3. в; 4. в; 5. а; 6. б; 7. а; 8. г; 9. б; 10. а.

2. Вітаміни.

1. б; 2. в; 3. б; 4. а; 5. в; 6. в; 7. а; 8. а; 9. а; 10. а, б; 11. б.

БІОХІМІЯ СПОРТУ**1. Біохімія м'язів і м'язового скорочення.**

1. в; 2. в; 3. г; 4. г; 5. в; 6. б; 7. в; 8. в; 9. б; 10. г; 11. а; 12. в; 13. а; 14. а; 15. в; 16. б; 17. б; 18. а; 19. б; 20. г; 21. в; 22. г; 23. а.

2. Біоенергетика м'язової діяльності.

1. а; 2. в; 3. в; 4. г; 5. б; 6. г; 7. а; 8. а; 9. г; 10. г; 11. в; 12. в; 13. а; 14. в; 15. б; 16. г; 17. а; 18. а; 19. г; 20. в; 21. в; 22. б; 23. б; 24. а; 25. а; 26. б; 27. а.

3. Біохімічні чинники втоми та процесів відновлення.

1. в; 2. а; 3. г; 4. б; 5. г; 6. а; 7. б; 8. в; 9. б; 10. в; 11. а; 12. б; 13. в; 14. б; 15. г; 16. а; 17. г; 18. б; 19. а; 20. а; 21. г; 22. в; 23. а; 24. г; 25. в.

4. Біохімічна характеристика рухових здібностей спортсмена.

1. а; 2. а; 3. в; 4. г; 5. а; 6. г; 7. г; 8. б; 9. в; 10. а; 11. а; 12. в; 13. б; 14. а; 15. а; 16. б.

5. Вікові особливості біохімічної адаптації до фізичного навантаження.

1. а; 2. а; 3. в; 4. б; 5. в; 6. а; 7. г; 8. б; 9. б; 10. б.

6. Принципи тренування.

1. в; 2. б; 3. а; 4. а; 5. б; 6. а; 7. г; 8. а; 9. г; 10. г; 11. в; 12. в; 13. г.

7. Біохімічна характеристик ка різновидів фізичної діяльності оздоровчого спрямування.

1. б; 2. в; 3. а; 4. а; 5. в; 6. г; 7. г; 8. г; 9. б; 10. в; 11. а; 12. а; 13. б; 14. в; 15. г; 16. в; 17. в; 18. б; 19. б; 20. а; 21. а; 22. г.

8. Теоретико-методичні засади біохімічного контролю фізичної активності людини.

1. б; 2. г; 3. б; 4. а; 5. а; 6. а; 7. а; 8. а; 9. а; 10. г; 11. г; 12. а; 13. в; 14. г; 15. а; 16. а; 17. б; 18. б.

9. Біохімічні чинники спортивної працездатності.

1. г; 2. г; 3. а; 4. б; 5. в; 6. а; 7. б; 8. а; 9. б; 10. в.

10. Роль симпатoadреналової системи при виконанні фізичних вправ різних за обсягом, інтенсивністю та тривалістю.

1. г; 2. г; 3. а; 4. в; 5. б; 6. а; 7. в; 8. г; 9. а; 10. г; 11. а; 12. б; 13. г; 14. а; 15. б; 16. б; 17. б; 18. в; 19. б; 20. а; 21. в; 22. б.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Біологічна хімія. Лабораторний практикум / за заг.ред. Я. І. Гонського. – Тернопіль : Укрмедкнига, 2001. – 288 с.
2. Біохімічний склад рідин організму та їх клініко-діагностичне значення. / за ред. д-ра мед. наук, проф. О. Я. Склярова. – К. : Здоров'я, 2004. – 192 с.
3. Волков Н. И. Биохимия мышечной деятельности / Э.Н. Несен, А. А. Осипенко, Корсун С.Н. – К. : Олимпийская литература, 2000. – 502 с.
4. Гонський Я. І. Біохімія людини. Підручник / Т. П. Максимчук, М. І. Калинський М. І. – Тернопіль : Укрмедкнига, 2002. – 744 с.
5. Губський Ю. І. Біологічна хімія : підручник / Ю. І. Губський. – К.-Тернопіль : Укрмедкнига, 2000. – 506 с.
6. Манько В. Основи техніки лабораторних робіт у фізіологічних дослідженнях : навчальний посібник / М. Гальків, М. Клевець. – Л. : Видавничий центр ЛНУ ім. І.Франка, 2005. – С.134.
7. Осипенко Г. А. Основи біохімії м'язової діяльності / А. Г. Осипенко. – К: Олімпійська література, 2007. – 200 с.
8. Практикум з біологічної хімії / за ред. О. Я. Склярова. – К. : Здоров'я, 2002. – 298 с.
9. Явоненко О. Ф. Біохімія : підручник / О. Ф Явоненко, Б. В. Яковенко. – Суми : Університетська книга, 2000.

СЛОВНИК БІОХІМІЧНИХ ТЕРМІНІВ ТА ПОНЯТЬ

Авітаміноз – порушення біохімічних та фізіологічних процесів унаслідок тривалої відсутності одного або декількох вітамінів в організмі, що веде до захворювання.

Аденілатциклаза – фермент, що каталізує реакцію утворення цАМФ із АТФ у клітинах організму.

Аденін – пуринова нітрогенна основа, що входить до складу нуклеїнових кислот та аденилових нуклеотидів.

Аденозин – сполука аденіну з рибозою або дезоксирибозою, входить до складу аденозинфосфорних кислот, нуклеїнових кислот та деяких ферментів, використовується для стимуляції серцевої діяльності.

Аденозиндифосфорна кислота (АДФ) – сполука аденозину з двома залишками фосфорної кислоти, містить один багатий енергією (макроергічний) хімічний зв'язок і є основним субстратом для синтезу АТФ.

Аденозинмонофосфат циклічний (цАМФ) – сполука аденіну, рибози та фосфорної кислоти, яка має з'єднання фосфатної кислоти. ЦАМФ синтезується у клітинах організму з АТФ і виконує роль універсального передавача дії гормонів на внутрішньоклітинні процеси, наприклад адреналіну.

Аденозинмонофосфорна кислота (АМФ) – нуклеотид, що складається із аденіну та рибози, з'єднаних із залишком фосфорної кислоти. Відіграє важливу роль в обміні речовин та енергії, оскільки входить до складу коферменту дегідрогеназ (ФАД).

Аденозинтрифосфорна кислота (АТФ) – сполука аденозину з трьома залишками фосфорної кислоти, дві з яких приєднані макроергічними хімічними зв'язками. АТФ є основним акумулятором хімічної енергії в клітинах організму, яка використовується під час скорочення м'язів, у діяльності вищої нервової системи тощо. У медицині застосовується для лікування серцево-судинних захворювань.

Аденозинфосфорні кислоти – нуклеотиди, які складаються з аденозину та 1, 2 або 3 залишків фосфорної кислоти.

Адреналін – гормон, який синтезується наднирковими залозами з амінокислоти тирозину та фенілаланіну. Активує розпад глікогену в м'язах та печінці, а також розпад ліпідів. Підвищує силу серцевих

скорочень. Як нейромедіатор симпатичного відділу нервової системи регулює тонус кровоносних судин. Відіграє важливу роль у запуску реакцій адаптації організму до стресу, фізичних навантажень.

Адренкортикотропний гормон (АКТГ) – гормон передньої частки гіпофіза, має білкову хімічну природу, регулює функцію кіркової речовини надниркових залоз.

Аеробне окиснення вуглеводів – розпад і окиснення глюкози у тканинах організму з участю кисню (аеробно) до кінцевих продуктів CO_2 і H_2O з вивільненням енергії, яка зосереджується в молекулах АТФ (38), забезпечує роботу на витривалість.

Азотисті основи – включають пуринові (похідні пурину – аденін, гуанін) та піримідинові основи (похідні піримідину – цитозин, урацил, тимін), входять до складу нуклеотидів та нуклеїнових кислот.

Активна реакція середовища – кисла, лужна чи нейтральна, характеризується співвідношенням концентрації іонів гідрогену (H^+); та гідроксильних іонів (OH^-) у розчині або біологічній рідині, визначається водневим показником (рН).

Актин – скоротливий білок м'язової тканини, що знаходиться в тонких нитках міофібрил і взаємодіє з міозином внаслідок цього утворюється актоміозин, який скорочується.

Акцептори атомів гідрогену – речовини, що приєднують протони (H^+) і електрони (e^-). Акцепторами можуть бути ферменти, кисень та інші речовини.

Алкалоз – залуження внутрішнього середовища організму.

Аміак (NH_3) – сполука нітрогену з киснем, утворюється в організмі під час розпаду білків і дезамінуванні амінокислот, особливо у м'язах під час тривалих напружених фізичних навантажень. Токсичний, знешкоджується та виводиться з організму у вигляді сечовини, що синтезується у печінці.

Амінокислоти – органічні кислоти, які містять одну або кілька аміногруп ($-\text{NH}_2$) і карбоксильну групу ($-\text{COOH}$), є структурним компонентом білків.

Амінокислоти замінні – ті, що можуть синтезуватися в організмі людини.

Амінокислоти незамінні – ті, що не синтезуються у тканинах організму. До них належать: валін, гістидин, лейцин, ізолейцин, лізин, метіонін, треонін, фенілаланін.

Анаболіки – речовини різної хімічної природи, частіше гормональної (стероїди та нестероїди), стимулюють синтез білка у тканинах організму, збільшують масу м'язів. Анаболічну дію виявляють чоловічий статевий гормон (тестостерон), гонадотропний та соматотропний гормони гіпофізу тощо.

Анаеробне окиснення вуглеводів (гліколіз або глікогеноліз) – складний ферментативний процес розщеплення глюкози у тканинах організму до молекул молочної кислоти та енергії у вигляді тепла і АТФ. Відбувається без участі кисню (анаеробно): $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2$ молекули молочної кислоти + 2 АТФ. Якщо процес окиснення починається з розпаду глікогену, то він має назву глікогеноліз. Це основний механізм енергозабезпечення інтенсивної фізичної роботи тривалістю від 30 с до 1–3 хв.

Андрогени – група стероїдних гормонів, які синтезуються у чоловічих статевих залозах, найактивніший представник – тестостерон. Він впливає на нормальний ріст та розвиток чоловічих статевих органів і вторинних статевих ознак – андрогенна дія, а також стимулює біосинтез білка та обмін кальцію, сприяє нарощуванню м'язів – анаболічна дія.

Антиоксиданти – речовини, які гальмують реакції пероксидного окиснення ліпідів мембран, чи зв'язують пероксидні сполуки. Використовуються в практиці спорту та клініці для запобігання накопичення пероксидних сполук, що є токсичними і можуть пошкоджувати клітини. До них належать, наприклад, вітаміни Е, А, С та мінерали, Zn, Se тощо.

Асиміляція (анаболізм) засвоєння необхідних для організму речовин та синтез специфічних для нього складних речовин. Відбувається з поглинанням великої кількості енергії.

Аскорбінова кислота (вітамін С) – за будовою подібна до моносахаридів (гексоз), розчинна у воді, термонестійка, має велике значення у процесах біологічного окиснення поживних речовин, підвищує фізичну працездатність, стійкість організму до інфекцій. Відсутність її у їжі призводить до захворювання на цингу.

АТФаза (аденозинтрифосфатаза) – фермент, що розщеплює молекули АТФ до АДФ і H_3PO_4 . Від її активності у м'язах залежать швидкісні та силові якості людини.

Ацетил-Кофермент А (ацетил-КоА) – активна форма оцтової кислоти, сполука її з коферментом ацетилювання (КоА-SH) через сульфгідрильну групу коферменту ($\text{CH}_3\text{-CO-S-CoA}$). Утворюється в клітинах під час розщеплення вуглеводів, жирів та білків.

Ацетилхолін – складний естер холіну й оцтової кислоти, синтезується у нервовій тканині під дією ферменту холінацетилази. Він є хімічним передавачем парасимпатичної нервової системи, забезпечує збудження скелетних м'язів.

Ацетилхолінестераза – фермент, що каталізує розщеплення ацетилхоліну в синапсах та усуває його фізіологічну дію.

Ацидоз – стан закиснення організму, що пов'язаний із накопиченням у тканинах кислих продуктів обміну речовин, і ацидоз компенсаторний, коли рН крові залишається в межах 7,3 – 7,4, зменшуються лише лужні резерви, а також некомпенсаторний, коли значення рН внутрішнього середовища знижується. Виникає при напруженій м'язовій діяльності та викликає стомлення.

Бікарбонатна буферна система складається зі слабкої вугільної кислоти (H_2CO_3) та її натрієвої солі від сильної основи (NaHCO_3) у співвідношенні 1:20. Є однією з основних буферних систем крові, що перешкоджає змінам рН внутрішнього середовища.

Білки – високомолекулярні органічні сполуки, які складаються з амінокислот, з'єднаних між собою пептидними зв'язками. Білки є найважливішою складовою усіх живих організмів.

Білки повноцінні – білки їжі, що містять усі незамінні амінокислоти, здебільшого це білки тваринного походження.

Біологічна хімія – розділ біології, що вивчає хімічний склад організмів, властивості і хімічні перетворення речовин у тканинах і час їх життєдіяльності.

Біологічне окиснення – процес ферментативного відщеплення та перенесення електронів і протонів гідрогену від окиснюваної речовини (донора) до речовини, що відновлюється (акцептора), за рахунок чого вивільнюється потенційна енергія окиснюваних речовин.

Біосинтез білка – процес утворення нових молекул білка, що відбувається на рибосомах з участю нуклеїнових кислот у два основні етапи: транскрипція – синтез у ядрі клітини інформаційної РНК і ДНК як матриці; трансляція – зчитування інформації, що закодована

на молекулах і-РНК, і переведення її у певну послідовність амінокислотних залишків у молекулі білка синтез білка на рибосомах)

Буферні системи – розчини, здатні підтримувати постійність активної реакції середовища (рН) при додаванні сильної кислоти або сильного лугу, а також при розведенні водою. Основні буферні системи організму: бікарбонатна, фосфатна, білкова.

Вазопресин – гормон задньої частки гіпофіза, який підтримує сталість водно-сольового обміну (затримує воду – антидіуретичний), підсилює процес скорочення гладких м'язів, судин, підвищує кров'яний тиск.

Вітаміни – органічні сполуки, які в організмі, головню, не синтезуються і мають надходити із продуктами харчування, оскільки є регуляторами обміну речовини. Поділяються на водорозчинні (група В, С, Р, РР тощо) та жиророзчинні (А, D, Е, К). За відсутності в організмі окремих вітамінів (авітамінозі) можуть виникати певні захворювання.

Водневий показник (рН) – від'ємний десятковий логарифм концентрації іонів гідрогену, що позначається у грам-іонах на 1 л. Показник активної реакції рідкого середовища. Змінюється від 0 до 14. Водні розчини, в яких величина рН дорівнює 7 – нейтральні, понад 7 – лужні, менше 7 – кислі.

Вуглеводи – великий клас органічних речовин, побудованих з атомів карбону, гідрогену та кисню загальною формулою $C_n H_{2n} O_n$. В організмі людини виконують головну енергетичну роль, забезпечуючи понад 50 % енерговитрат. Основні представники простих вуглеводів організму – глюкоза, фруктоза, рибоза і дезоксирибоза, складних – глікоген.

Гама-аміномасляна кислота (ГАМК) – утворюється під час декарбоксилювання глутамінової кислоти, є чинником гальмування діяльності ЦНС, підсилює окиснення глюкози, поліпшує енергоутворення в мозку.

Гексози – прості вуглеводи, у молекулах яких містяться шість атомів карбону. Гексози становлять найпоширенішу групу моносахаридів. В організмі людини – це глюкоза і фруктоза.

Гемоглобін (Нб) – складний білок крові, який складається із небілкової частини – гему та білкової частини – глобіну. До складу гему входять атоми заліза. Нб знаходиться в еритроцитах і транспортує O_2 від легень

до тканин та CO_2 від тканин до легень, тобто забезпечує дихальну функцію тканин. Киснева ємність крові залежить від вмісту гемоглобіну.

Гідроліз – реакція розщеплення речовин під дією молекул води. Гідроліз відіграє важливу роль у процесах травлення та внутрішньоклітинного обміну енергії.

Гіпервітаміноз – захворювання, що викликаються надлишковим надходженням в організм окремих вітамінів. Характерний для жиророзчинних вітамінів.

Гіперглікемія – підвищений вміст глюкози в крові, вище верхньої межі норми – 6 ммоль-л-1 (120 мг в 100 мл). Спостерігається у здорових людей і спортсменів за підвищеної м'язової діяльності, емоційному напруженні, сильних болях, а також після прийняття їжі, що містить багато глюкози. Стійка гіперглікемія спостерігається при захворюванні на цукровий діабет.

Гіповітаміноз – комплекс патологічних симптомів, які виникають в організмі у разі недостатнього надходження протягом тривалого часу одного або декількох вітамінів. Це може бути пов'язано або з недостатністю вітамінів в їжі, або із незасвоюванням їх організмом.

Глікоген (тваринний крохмаль) – полісахарид, що складається з великої кількості молекул глюкози ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$)_n. Відкладається (депонується) у печінці та скелетних м'язах. Є основним енергетичним резервом вуглеводів в організмі. У разі потреби енергії він розщеплюється до молекул глюкози (мобілізуються вуглеводи), яка далі окиснюється.

Глікогеноліз та гліколіз – див. анаеробне окиснення вуглеводів.

Гліцерин – трьохатомний спирт ($\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}$), один із основних структурних компонентів нейтральних жирів і фосфоліпідів. У тканинах організму окиснюється з виділенням енергії шляхом аеробного окиснення вуглеводу.

Глутамінова кислота – моноамінодикарбонова амінокислота, структурний компонент багатьох білків, відіграє важливу роль у функції нервової системи, у зв'язуванні (знешкодженні) та перенесенні аміаку з тканин до печінки.

Глюкагон – гормон, який синтезується у клітинах підшлункової залози, підвищує концентрацію глюкози в крові, впливаючи на швидкість розпаду глікогену в печінці.

Глюкоза – основний простий вуглевод їжі та організму людини, моносахарид, використовується в організмі здебільшого як джерело енергії. Входить до складу складних вуглеводів: сахарози, крохмалю, глікогену.

Глюкокортикоїди – гормони стероїдної природи, синтезуються в кірковій речовині надниркових залоз, регулюють утворення глюкози з речовин неуглеводної природи (процес глюконеогенезу), підвищують кількість глюкози у крові та глікогену в печінці під час тривалої м'язової роботи – адаптогенна дія.

Глюконеогенез – процес утворення вуглеводів (глюкози) в тканинах організму з неуглеводних речовин (лактату, пірувату, гліцерину, амінокислот), є найважливішим шляхом відновлення глюкози і полісахаридів, особливо під час м'язової діяльності.

Гормони – біологічно активні речовини різної хімічної природи, які синтезуються в залозах внутрішньої секреції або тканинах і регулюють обмін речовин, а також функції організму.

Дегідрогенази – ферменти, які каталізують реакції біологічного окиснення різних речовин їх дія полягає в тому, що вони відщеплюють водень від речовини, яка окиснюється, і передають його на речовину, яка відновлюється. Кофактором цих ферментів часто є НАД і ФАД.

Дегідрогенізація – реакція відщеплення водню від молекул хімічних сполук.

Дезамінування – реакція, в результаті якої речовина втрачає аміногрупу (-NH₂).

Дезоксирибоза – моносахарид, продукт відновлення рибози. Входить до складу ДНК, надає молекулі нуклеїнової кислоти стійкості та консервативності структури.

Дезоксирибонуклеїнова кислота (ДНК) – тип нуклеїнових кислот, до складу якої входять дезоксирибонуклеотиди. ДНК зосереджена переважно в ядрі і є носієм спадкової (генетичної) інформації.

Декарбоксилювання – реакція відщеплення CO₂ від карбоксильної групи органічних кислот, що спричиняє до утворення нових сполук у тканинах.

Депонування вуглеводів – відкладання молекул глюкози у печінці та скелетних м'язах у вигляді глікогену, що синтезується, який є основним вуглеводним енергетичним запасом в організмі.

Дисахариди – вуглеводи, що складаються з двох молекул моносахаридів, насамперед гексоз. Основні представники: сахароза (буряковий цукор), лактоза (цукор молока) та мальтоза (солодовий цукор).

Дисиміляція (катаболізм) – розпад органічних речовин у тканинах до кінцевих продуктів і виведення їх із організму. Реакції розпаду відбуваються з виділенням вільної енергії, частина якої акумулюється в молекули АТФ.

Дисоціація – розпад простих молекул на іони під дією молекул води чи електричного струму. Мірою дисоціації є відношення кількості дисоційованих молекул до їх загальної кількості.

Дифузія – довільне переміщення молекул речовини з місць підвищеної у місця зниженої їх концентрації – пасивний транспорт речовин в організмі. Впливає на швидкість хімічних реакцій, багато інших процесів в організмі. Особливим видом дифузії є осмос (рух молекул води).

Дихальний ланцюг – чітко впорядкована система окиснювально-відновних ферментів і передавачів протонів (H^+) та електронів (e^-), що знаходяться у внутрішніх мембранах мітохондрій, на яких закінчується процес біологічного окиснення речовин з участю кисню. Енергія, яка виділяється під час окиснення речовин, акумулюється у молекули АТФ або розсіюється у вигляді тепла.

Жири нейтральні – клас ліпідів, які складаються із трьохатомного спирту гліцерину та трьох залишків вищих жирних кислот (тригліцериди). Містяться в жировій тканині організму, становлять собою і резервний жир і використовуються як енергетичне джерело.

Жирні кислоти – існують декілька десятків, які відрізняються кількістю атомів карбону (від 10 до 24) та вмістом атомів гідрогену, належать до складу ліпідів рослин та тварин. До складу ліпідів організму людини входять вищі жирні кислоти, які містять 16–18 атомів карбону. Бувають насичені: пальмітинова кислота $C_{15}H_{31}COOH$, стеаринова – $C_{17}H_{35}COOH$ тощо. Вони є у твердих жирах. Ненасичені жирні кислоти (олеїнова – $C_{17}H_{33}COOH$, ліолева – $C_{17}H_{31}COOH$ тощо) зосереджені в рідких жирах. Солі жирних кислот називають милами. Вищі жирні кислоти в організмі людини відіграють суттєву енергетичну роль.

Жовчні кислоти утворюються у печінці з холестерину, виділяються у кишківник із жовчю, необхідні для перетравлювання ліпідів

їжі Основні: холева (переважає в жовчі людини), дезоксихолева, літохолева, глікохолева, таурохолева. Жовчні кислоти сприяють емульгуванню жирів, активують фермент ліпазу, беруть участь у процесі всмоктування продуктів гідролізу жирів через стінку кишківнику.

Інактивація (інгібування) ферментів, процесу – зниження активності ферментів або швидкості процесу під дією речовин називають інгібіторами. Часто це метаболіти або субстрати реакції.

Інозит – циклічний шестиатомний спирт циклогексану, вітаміноподібна речовина, входить до складу фосфоліпідів, особливо в тканинах нервової системи, регулює ліпідний і вуглеводний обмін. У медичній практиці використовується у фосфорильованому вигляді як фітін.

Інсулін – гормон, який синтезується у бета-клітинах підшлункової залози. За хімічною природою білок. Регулює вуглеводний обмін шляхом впливу на швидкість проникнення глюкози у тканини, що веде до зниження її концентрації в крові. За недостатнього синтезу інсуліну розвивається захворювання на цукровий діабет.

Інтерферон – видоспецифічний білок, що синтезується у лейкоцитах крові і виконує захисну функцію. Препарат цього білка використовується для профілактики та лікування гострих респіраторно-вірусних інфекцій.

Карбоангідраза – фермент, який каталізує зворотний розпад вугільної кислоти. Знаходиться в легенях та капілярах тканин, бере участь в реакціях зв'язування CO_2 та видалення його з легень.

Карбоксильна група – функціональна група органічних карбонових кислот ($-\text{COOH}$).

Катаболізм – див. *дисиміляція*.

Каталаза – фермент, що каталізує реакцію розкладу пероксиду гідрогену (H_2O_2) у тканинах організму, який утворюється в процесі пероксидного окиснення органічних речовин. H_2O_2 – шкідлива речовина. Дія каталази спрямована на знешкодження його у тканинах.

Каталізатори – речовини, які впливають на швидкість хімічних реакцій. Біологічні каталізатори називають ферментами.

Катехоламіни – група біологічно активних речовин (гормони і ней-ромедіатори), до яких належать адреналін і норадреналін, попередники їх синтезу – ДОФА і ДА.

Кетонові тіла (ацетонові тіла) – продукти інтенсивного розпаду та окиснення ліпідів, жирних кислот. До них належать ацетон, ацето-оцтова кислота, бета-гідроксимасляна кислота. Утворюються в печінці з ацетил-КоА, поступають в кров (кетоз), частково відбираються тканинами, де окиснюються з виділенням енергії. Частина кетонових тіл виводиться із сечею (кетонурія), особливо багато під час тривалих фізичних навантажень та захворюванні на цукровий діабет.

Прогестерон – гормон жіночих статевих залоз, впливає на проникність мембран клітин, процеси окиснювального фосфорилування, утворення матричної РНК.

Простагландини – група “тканинних гормонів”, які утворюються із вищих ненасичених жирних кислот та мають широкий спектр дії в організмі людини. Вони використовуються в медицині для розширення судин, запобігання тромбоутворенню, розслаблення м’язів бронхів.

Протеїди – складні білки, що містять білкову та небілкову частини, які можуть бути вуглеводами, ліпідами, нуклеїновими кислотами тощо.

Протеїни – прості білки, які складаються лише з амінокислот.

Рекогніція – етап біосинтезу білків, який полягає в упізнаванні “своїх” амінокислот та приєднанні їх до транспортних РНК. Кожна тРНК переносить до місць синтезу білка тільки окрему амінокислоту та визначає її місце в білку, що синтезується.

Ретинол (вітамін А) – жиророзчинний вітамін, похідне каротиноїдів. В організмі людини регулює процеси зору, росту, засвоювання білків їжі, його обмін, а також обмін ліпідів та інших речовин.

Рибонуклеїнові кислоти (РНК) – тип нуклеїнових кислот, до складу яких входять рибонуклеотиди. РНК забезпечують процеси біосинтезу білків. У клітині є три види РНК, які відрізняються за нуклеотидним складом, молекулярною масою, функціями: інформаційна РНК, рибосомальна РНК і транспортна РНК.

Рибосоми – внутрішньоклітинні органели, на яких за участю РНК відбувається біосинтез білка.

Рибофлавін (вітамін В₂) – речовина складної структури, яскраво-жовтого кольору, стійка до температури. У клітинах організму регулює процеси окиснення поживних речовин та енергоутворення, входячи до складу коферментів ФАД і ФМН – ферментів біологічного окиснення. У спорті використовується для підвищення стійкості до гіпоксії, гостроти зору.

Роз'єднання процесів окиснення і фосфорилування – стан, коли процес окиснення речовин у мітохондріях відбувається, а вивільнювана енергія окиснення не акумулюється в молекули АТФ, тобто АТФ не синтезується. Роз'єднання можливе під дією деяких речовин (ненасичених жирних кислот, гормону щитовидної залози – тироксину, динітрофенолу тощо), а також у разі порушення структури внутрішніх мембран мітохондрій, наприклад, під час інтенсивної м'язової розминки, дії радіації, високих температур.

Сарколема – поверхнева оболонка м'язового волокна, що становить собою двошарову ліпопротеїдну мембрану, вкриту колагеновими волокнами.

Саркомер – ділянка на міофібрилі між двома Z-мембранами. Вважається скоротливим елементом міофібрили; від їх кількості та довжини залежать швидкісно-силові властивості м'язів людини, але саркомер під впливом тренування не змінюється.

Саркоплазматичний ретикулум (СР) – внутрішньоклітинна система мембран у м'язах, які оточують міофібрили. СР бере участь у переданні нервового імпульсу від сарколеми до міофібрил, в обмінні речовин становить собою депо іонів Ca^{2+} , володіє АТФ-залежним механізмом викиду та поглинання кальцію, тобто регулює концентрацію вільного Ca^{2+} у саркоплазмі, який запускає процес скорочення м'язів.

Сахароза ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$) – дисахарид, що складається із залишку глюкози та фруктози. Це найпоширеніший вуглевод у рослинах, особливо багато його у цукровому буряку, стеблах цукрової тростини, з якої і отримують сахарозу (харчовий цукор).

Сечова кислота – продукт розпаду нуклеїнових кислот та азотних основ. Виділяється з організму з сечею (близько 0,6 г за добу). У разі порушення обміну вона відкладається у вигляді солей у хрящах та інших тканинах, у результаті чого розвивається захворювання подагра.

Сечовина – речовина, що містить нітроген і утворюється у печінці у процесі зв'язування та знешкодження аміаку у печінці. Сечовина нетоксична речовина, виводиться з сечею. Кількість її в сечі відображає інтенсивність розпаду білків у тканинах, в нормі становить близько 30 г за добу. За нормалізацією її рівня в крові спортсменів у період відпочинку визначають стан відновлення організму.

Стероїди – клас ліпідів, похідних стеранового циклу. У клітинах організмів більшою мірою представлені стерини – циклічні спирти (представник – холестерин), попередники для синтезу жовчних кислот, стероїдних гормонів, вітамінів групи D.

Субстрати – речовини, на які діють ферменти.

Тестостерон – основний представник чоловічих статевих гормонів (андрогенів). Синтезується у чоловічих статевих залозах із стероїдів – холестерину, впливає на розвиток вторинних статевих ознак, підвищує біосинтез білка у м'язах (анаболічна дія). Використовується у спортивній практиці для підсилення біосинтетичних процесів, нарощування м'язової маси, хоча належить до заборонених анаболічних стероїдів (допінг).

Тироксин – гормон щитовидної залози, похідне амінокислоти тирозину, містить атоми йоду, регулює основний обмін речовин.

Тіамін (вітамін В1) – входить до складу коферментів декарбоксілаз та інших ферментів у вигляді тіамінпірофосфату. Бере участь у регулюванні обміну вуглеводів, окиснювально-відновних процесів.

Токофероли – група вітамінів Е, які розчиняються у жирах, впливають на багато процесів в організмі: дітородна функція, запобігають накопичуванню перекисів у тканинах (антиоксидант), підсилюють тканинне дихання, впливають на біосинтез у м'язах (анаболічна дія).

Транскрипція – етап синтезу білка, який полягає у синтезі інформаційної РНК (і-РНК) на ділянці молекули ДНК, у ході якого зчитується генетична інформація про амінокислотну послідовність у білку у вигляді послідовності нуклеотидів у кодонах і-РНК.

Трансляція – етап синтезу білка, який полягає в утворенні поліпептидного ланцюга білкової молекули на рибосомах за участю рибонуклеїнових кислот.

Тропонін – Ca^{2+} -зв'язуючий регуляторний білок м'язів, який знаходиться на актинових нитках і блокує місця контакту його з міозином, при зв'язуванні із Ca^{2+} відкриває їх.

Убіхінон (кофермент Q) – небілковий компонент дихального ланцюга, який бере участь у переданні електронів та протонів на цитохроми, забезпечує утворення АТФ.

Ферменти (ензими) – білки-каталізатори, здатні специфічно змінювати швидкість хімічних реакцій у живому організмі, регулятори обміну речовин.

Флавінаденіндинуклеотид (ФАД) – небілкова частина флавінзалежних дегідрогеназ, яка міцно зв'язана з білковою частиною ферменту та містить вітамін В2. Флавінові ферменти беруть участь в окиснювально-відновних реакціях, забезпечуючи процеси енергоутворення.

Фосфоліпіди (фосфатиди) – клас ліпідів, молекули яких складаються з гліцерину або іншого спирту, жирних кислот, фосфорної кислоти та нітрогеновмісних речовин (холіну, серину тощо). Є важливим компонентом мембран клітин, поліпшують, особливо, лецитин, обмін жирів.

Фосфорилування – приєднання залишку фосфорної кислоти до будь-якої органічної чи неорганічної сполуки.

Фосфороліз – розщеплення глікогену чи крохмалю під дією ферменту фосфорилази до глюкозо-1-фосфату без використання АТФ.

Фруктоза (C₆H₁₂O₆) – моносахарид, за хімічною будовою є кетоспиртом, багато її міститься у фруктах, плодах, меду. Вона є складовою частиною сахарози; використовується в харчуванні спортсменів для прискорення відновлення енергетичних вуглеводних запасів, хворих на цукровий діабет та при серцевих захворюваннях.

Цикл лимонної кислоти (цикл Кребса чи трикарбонових кислот – ЦТК) – замкнутий складний шлях окиснення молекули ацетил-КоА, протягом якого вона окиснюється до CO₂ та H₂O з виділенням енергії – 12 молекул АТФ і тепла.

Цитохроми – білкові компоненти дихального ланцюга, які закінчують процес транспортування електронів та передають їх на кисень (процес біологічного окиснення), забезпечують енергоутворення в мітохондріях клітин. Препарати цитохромів активують тканинне дихання та енергоутворення.