

Міністерство освіти і науки України
Харківська державна академія фізичної культури

С.М. Корсун, І.І. Шапошнікова

Біохімія м'язової діяльності

Навчальний посібник

Затверджено Вченою радою ХДАФК
як посібник для здобувачів першого (бакалаврського)
рівня вищої освіти

Харків
ХДАФК
2023

УДК 577.1/612.745.1(075)
К 69

*Затверджено Вченою радою ХДАФК
(Протокол № 7 від 26 червня 2023 року)*

Рецензенти:

Н.О. Ткачова, д. пед. н., професор кафедри освітології та інноваційної педагогіки Харківського національного педагогічного університету імені Г.С. Сковороди,

В.А. Друзь, д. б. н., професор кафедри олімпійського та професійного спорту Харківської державної академії фізичної культури.

Корсун С.М.

К 69 Біохімія м'язової діяльності: навч. посіб. / Корсун С.М., Шапошнікова І.І. – Харків: ХДАФК, 2023. – 151 с.

Навчальний посібник для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

В навчальному посібнику викладено теоретичний курс (12 тем) з навчальної дисципліни «Біохімія м'язової діяльності» та наведено словник біохімічних термінів та понять відповідно до робочої програми з дисциплін: «Біохімія м'язової діяльності» та «Біохімія та Біохімія м'язової діяльності».

Для студентів закладів вищої освіти, що готують фахівців з фізичного виховання і спорту, терапії та реабілітації, викладачів, тренерів.

УДК 577.1/612.745.1(075)

© Корсун С.М., Шапошнікова І.І., 2023

© ХДАФК (ФФТ та ЗЛ), 2023

Зміст

Передмова	4
Біохімія м'язів і м'язового скорочення	5
<i>Запитання до заняття</i>	9
Біоенергетичні процеси при м'язовій діяльності	10
<i>Запитання до заняття</i>	14
Динаміка біохімічних змін в організмі при роботі. Біохімічні основи втоми	15
<i>Запитання до заняття</i>	21
Біохімічні зміни в організмі під час відпочинку після м'язової роботи	22
<i>Запитання до заняття</i>	25
Біохімічні фактори спортивної працездатності	25
<i>Запитання до заняття</i>	30
Біохімічні процеси при адаптації організму людини до фізичних навантажень під впливом систематичних занять фізичними вправами і спортом	30
<i>Запитання до заняття</i>	34
Біохімічні основи швидкісно-силових якостей спортсменів	34
<i>Запитання до заняття</i>	36
Біохімічні основи витривалості спортсменів	37
<i>Запитання до заняття</i>	39
Особливості біохімічних змін в організмі при заняттях різними видами спорту	40
Циклічні види спорту	43
Легка атлетика	43
Плавання	52
Гребний спорт	54
Лижний спорт	55
Велосипедний спорт	57
Ациклічні види спорту	59
Спортивні ігри	59
Гімнастика	60
Спортивні єдиноборства	61
Біохімічна характеристика розминки. Біохімічні зміни в передстартовий стан	64
Вплив середньогір'я на біохімічні зміни у спортсменів на тренуваннях і змаганнях	67
<i>Запитання до заняття</i>	70
Біохімічні обґрунтування методики занять фізичною культурою і спортом з особами різного віку і статі	71
<i>Запитання до заняття</i>	74
Біохімічні основи харчування під час занять фізичними вправами і спортом	74
<i>Запитання до заняття</i>	80
Біохімічний контроль при заняттях фізичною культурою і спортом	80
<i>Запитання до заняття</i>	84
Словник біохімічних термінів та понять	86
Література	150

ПЕРЕДМОВА

При підготовці фахівців з фізичної культури та спорту, терапевтів та реабілітологів важливе значення має вивчення здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти навчальних дисциплін: «Біохімія м'язової діяльності», «Біохімія та біохімія м'язової діяльності». В ході освітнього процесу при вивченні цих дисциплін здобувачі вищої освіти отримують знання про хімічні основи життєдіяльності людини, особливості обміну речовин при м'язовій діяльності, біохімічні аспекти м'язового скорочення та механізмів енергоутворення у м'язах при виконанні фізичної роботи в зонах різної потужності, біохімічних механізмів адаптації організму до фізичних навантажень.

Знання біохімії м'язової діяльності необхідні для контролю функціонального стану організму людини, його здоров'я. Визначення концентрації в крові та сечі метаболітів (проміжних продуктів обміну речовин) дозволяє оцінити ефективність впливу фізичних навантажень, засобів реабілітації та рекреації на організм людини, виявити порушення метаболізму.

Тренеру і педагогу, терапевту та реабілітологу знання біохімії м'язової діяльності необхідні для ефективною корекції процесів метаболізму при спортивних та оздоровчих тренуваннях для підвищення фізичної працездатності, попередження перевтомлення, прискорення відновлення, для оцінки і охорони здоров'я людини засобами вживання різних ерогенних засобів та раціонального харчування.

Запропонований навчальний посібник «Біохімія м'язової діяльності» включає теоретичний лекційний матеріал та писання до самостійної роботи змістовних модулів згідно з навчальною програмою.

В навчальному посібнику наведено словник біохімічних термінів та понять з дисциплін: «Біохімія м'язової діяльності» та «Біохімія та біохімія м'язової діяльності», а також список рекомендованої літератури.

БІОХІМІЯ М'ЯЗІВ І М'ЯЗОВОГО СКОРОЧЕННЯ

Мета заняття: Вивчити хімічний склад скелетних м'язів, з'ясувати хімізм м'язового скорочення і розслаблення. Засвоїти роль хімічних складових частин і структурних елементів в обмінних процесах, що забезпечують м'язову роботу.

Специфічною функцією м'язів є забезпечення рухової функції - скорочення і розслаблення. У зв'язку з виконанням цієї важливої функції будова м'язової клітини і її хімічний склад має ряд специфічних особливостей.

70-80% маси м'язів становить вода, 20-26% сухий залишок.

Характерним для м'язів є високий вміст білка 16,5-20,9%. Це обумовлено тим, що крім білків, властивим і іншим клітинам, у м'язах є специфічні скоротливі білки, які становлять 45% всіх білків м'язової клітини. Решту маси білків складають білки саркоплазми (близько 30%) і білки стромы (15% від загальної кількості).

Скелетний м'яз складається з пучків волокон, укладених у загальну сполучну оболонку-сарколему. В середині кожного волокна знаходиться близько сотні або більше міофібрил – довгих спеціалізованих органел м'язової клітини, які здійснюють функції скорочення. Кожна міофібрила складається з декількох паралельних ниток, так званих філаментів, двох типів – товстих і тонких, які розташовуються в ній гексагонально; кожен товстий філамент оточений шістьма тонкими. Структурний зв'язок між філаментами здійснюється тільки регулярно розташованими «поперечними містками». При скороченні і розслабленні тонкі філаменти ковзають уздовж товстих і не змінюють своєї довжини. При цьому зв'язки між філаментами двох типів руйнуються і виникають знову. Товсті нитки головним чином складаються з білка міозину, а тонкі – з актину.

Скорочувальний білок міозин характеризується високою молекулярною масою (більш 440000). Особливістю міозину є те, що він має ферментативно активні ділянки, (АТФ - азна активність), яка виявляється в

присутності Ca^{2+} . Під впливом міозину АТФ розщеплюється на АДФ і неорганічний фосфат (H_3PO_4). Виділена енергія використовується для м'язового скорочення.

Актин - скоротливий білок, із більш низькою молекулярною масою (близько 420000). Він може існувати в двох формах: глобулярна (G-актин) і фібрилярна (F-актин). F-актин – полімер G-актину. F-актин активує АТФ-азу міозину, що створює рушійну силу, яка викликає ковзання тонких і товстих ниток одна щодо іншої. Крім цих двох основних білків скоротлива система містить регуляторні білки, локалізовані в тонких (Актинові нитки) - тропоміозин В і тропонін, що складається з трьох субодиниць: J, С і Т.

Тропоміозин В має нитчасту спіралізовану структуру і розташований в борозенці спірального ланцюга F-актина. Тропонін пов'язаний з тропоміозином В і може утворювати комплекси з актином і міозином.

Комплекс тропоміозин В-тропонін називають розслаблюючим білком, адже він пов'язаний з процесом розслаблення скоротливої фібрили. З тонких ниток виділені ще 2 білки: і – актин, що є, мабуть, білками, які зміцнюють складну структуру тонких ниток. У міофібрилі міститься міозину, актину, тропоміозину і тропоніну по відношенню до загального білка приблизно 55, 25, 15 і 5% відповідно. Слід відмітити ще два м'язових білка: міостромін і міоглобін. Міостроміни складають основу м'язової стромы. Це важкорозчинні білки, які неможливо витягти з м'яза сольовими розчинами. М'язова строма еластична, що має істотне значення для розслаблення м'яза після його скорочення. – білок, що містить залізо та близький за будовою і функціями до білка еритроцитів – гемоглобіну. Він має значно більшу спорідненість до кисню, ніж гемоглобін і, накопичуючи принесений кров'ю кисень, є запасним резервуаром кисню в м'язі.

З небілкових речовин слід відзначити крім АТФ насамперед креатинфосфат (КФ) і глікоген. КФ – перший потужний резерв ресинтезу (відновлення) АТФ, що витрачаються на м'язові скорочення. Глікоген – основне запасне вуглеводне джерело енергії м'яза. М'яз містить ряд

проміжних продуктів обміну вуглеводів: (піровиноградна, молочна кислоти та ін.) Та велика кількість мінеральних йонів. Найбільш високим є вміст у м'язі K^+ і PO_4^- , дещо менше Na^+ , Mg^{++} , Ca^{++} , Cl^- , Fe^{3+} , SO_4^- . Всередині м'язового волокна, під сарколемою, знаходиться саркоплазма – рідкий білковий розчин; навколишні скоротливі елементи м'язового волокна – міофібрили; а також інші структурні компоненти – органели, які виконують певну функцію. Це, перш за все, – саркоплазматичний ретикулум і Т-система, які мають пряме відношення до м'язового скорочення. Саркоплазматичний ретикулум безпосередньо пов'язаний зі скороченням і розслабленням м'язів, регулюючи звільнення зі своїх елементів і зворотний транспорт Ca^{2+} у м'язовому волокні. Т-системою передається зміна електричного потенціалу поверхневої мембрани елементів ретикулума, що призводить в них до вивільнення йонів Ca^{2+} , які надходять до антифібриляторних і запускають процес м'язового скорочення. Мітохондрії – містять ферменти окислювальних процесів, які формують основне джерело енергії м'язового скорочення – АТФ.

В основі м'язового скорочення лежить поздовжнє переміщення міозинових і актинових філаментів один щодо одного без зміни довжини самих філаментів. Зв'язок між філаментами здійснюється за допомогою «поперечних містків» – головок міозину, які виступають з поверхні міозинового філамента й здатних взаємодіяти з актином. Стимулом для включення складного механізму м'язового скорочення служить нервовий імпульс, який передається на м'язову клітину руховим нервом, швидко поширюється через сарколему і викликає на закінчення рухового нерва (синапсу) вивільнення ацетилхоліну - хімічного посередника (медіатора) у передачі нервового збудження. Виділення ацетилхоліну на поверхню мембрани клітини створює різницю потенціалів між її зовнішньою і внутрішньою поверхнями, пов'язану зі зміною її проникності для йонів Na^+ і K^+ . У момент деполяризації сарколеми деполяризується і Т- система м'язової клітини. Оскільки Т-система контактує з усіма фібрилами волокна,

електричний імпульс поширюється одночасно на всі його саркомери. Зміни в Т-системі відразу ж передаються тісно прилеглим до неї мембранам ретикулума, викликаючи збільшення їх проникності, наслідком чого є вихід кальцію в саркоплазму і міофібрили. Скорочення відбувається при збільшенні концентрації Ca^{2+} у просторі між філаментами актину і міозину до 10^{-5} М.

Йони Ca^{2+} приєднуються до тропоніну С (кальмодуліном), що спричиняє зміну конформації всього комплексу, тропоміозин відхиляється від головки міозину приблизно на 20° , відкриваючи активні центри актину, здатні з'єднатися з міозином (зарядженим енергією АТФ і знаходяться в комплексі з АДФ і P_i в присутності Mg^{++}), утворюючи комплекс актоміозин.

Змінюється конформація глобулярної частини молекули міозину (головки), яка відхиляється на певний кут, приблизно на 45° від напрямку осі міозинового філаменту та переміщує за собою тонкий актиновий філамент: відбувається скорочення. Конформаційна зміна міозину призводить до гідролізу АТФ під дією його АТФ-ази. АДФ і фосфатна група виділяються в середовище. Їх місце займає інша молекула АТФ. В результаті відновлюється початковий стан і робочий цикл може повторюватися. Частота робочого циклу і його тривалість визначається концентрацією Ca^{2+} і наявністю АТФ.

Після припинення дії рухового імпульсу відбувається зворотний транспорт іонів Ca^{2+} в саркоплазматичний ретикулум, концентрація його між філаментами актину і міозину падає нижче 10^{-7} М, і м'язові волокна втрачають здатність утворювати актоміозин, зменшуватися і розвивати напруження в присутності АТФ.

Відбувається розслаблення м'язів. Зворотний транспорт Ca^{2+} здійснюється за рахунок енергії, одержаної внаслідок розщеплення АТФ ферментом Ca^{2+} -АТФ-азою. На перенесення кожного йона Ca^{2+} витрачається 2 молекули АТФ. Таким чином, енергія для скорочення і розслаблення забезпечується надходженням АТФ. Отже, між скороченнями

постійно мають поновлюватися запаси АТФ. М'язи мають досить потужні і досконалі механізми поповнення (ресинтезу) витраченої АТФ і підтримки її концентрації на необхідному, оптимальному рівні для забезпечення різної за тривалістю й потужністю роботи.

Цій меті, поряд з високим вихідним АТФ, служить висока активність дихальних ферментів і здатність м'яза за порівняно короткий час (1-3 хв) збільшити рівень окисного процесу в багато разів. Збільшення кровопостачання м'язів при роботі сприяє збільшенню припливу кисню і поживних речовин.

У початковий період може бути використаний кисень, пов'язаний з міоглобіном. Можливість ресинтезу АТФ забезпечується і внутрішніми механізмами клітини - високим рівнем креатинфосфату, також високою концентрацією глікогену і активністю ферментів гліколізу

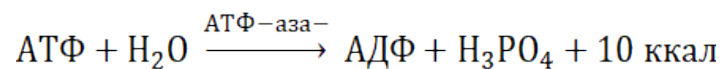
Запитання до заняття

1. Морфологічна організація скелетного м'яза.
2. Роль внутрішньоклітинних структур в життєдіяльності м'язової клітини.
3. Структурна організація і молекулярну будову міофібрил.
4. Хімічний склад м'язи.
5. Роль АТФ в скороченні і розслабленні м'язового волокна.
6. Механізм м'язового скорочення. Послідовність хімічних реакцій в м'язі при її скороченні.
7. Розслаблення м'яза.

БІОЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЦЕСИ ПРИ М'ЯЗОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

Мета заняття: Вивчити особливості процесів ресинтезу АТФ в енергетичному забезпеченні різних м'язових вправ і фактори, що визначають швидкість їх розгортання, максимальну потужність, метаболічну ємність ефективність.

Двофазний м'язової діяльності, тобто при чергуванні актів скорочення і розслаблення, відбувається кілька процесів, для протікання яких необхідно розщеплення АТФ. Гідроліз АТФ відбувається за рівнянням:

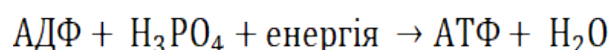


Наявність широкого кола процесів, які споживають енергію при м'язовій роботі, обумовлює високу швидкість її витрачання. Запаси АТФ в м'язовому волокні становить 0,4- 0,5 % від ваги м'язів, їх вистачає на 0,5- 1 секунду роботи в субмаксимальної інтенсивності.

М'язові волокна нормально працюють тільки при утриманні АТФ, хиткому в невеликому діапазоні. Накопичення великих кількостей АТФ, ніж 0,4% 0,5% (від ваги м'язи) у м'язі не відбувається, бо виникає субстратне пригнічення міозинової АТФ-ази, яке перешкоджає утворенню зв'язків між нитками актину і міозину, що призводить до втрати скорочувальної здатності м'яза. При концентрації АТФ 0,15 – 0,2% від ваги м'язи спостерігається ускладнення в роботі «кільцевого насоса», і стає неможливим розрив між актином і міозином. Все вищесказане висуває високі вимоги до процесів, забезпечує заповнення (ресинтез) запасів АТФ.

При підвищенні працездатності під впливом фізичного тренування відбувається не тільки збільшення швидкості розщеплення АТФ при роботі, але і вдосконалення процесів, в яких АТФ ресинтезується.

Ресинтез АТФ при м'язовій роботі можна виразити сумарним рівнянням:



Фосфорилування АДФ неорганічним фосфатом в фізіологічних умовах вимагає витрат енергії в кількості близько 10 ккал/моль. Потрібну кількість енергії вивільняється в процесах двох типів: аеробних (відбуваються за участі кисню) і анаеробних (здійснюють ресинтез АТФ без участі кисню). Перш ніж переходити до характеристики різних шляхів ресинтезу АТФ, слід зупинитися на показниках, які дозволяють порівнювати, оцінювати їх переваги і недоліки. До таких показників належать: максимальна потужність процесу, швидкість його розгортання, метаболічна ємність і ефективність.

Під максимальною потужністю розуміють найбільшу швидкість вивільнення енергії, використовуваної для ресинтезу АТФ, в тому чи іншому в процесі (найбільшу кількість АТФ, яка ресинтезується в одиницю часу).

Швидкість розгортання оцінюється часом від початку роботи до моменту досягнення процесом максимальної потужності.

Метаболічна ємність – загальна кількість енергії, яке може бути вивільнена в процесі розпаду речовини до вичерпання можливостей його мобілізації (загальна кількість ресинтезованої АТФ).

Ефективність процесу – характеризується відношенням кількості енергії, витраченої на виконання механічної роботи, до загальної кількості вільної енергії. Розрізняють термодинамічну, метаболічну і механічну ефективність,

Термодинамічна ефективність – оцінюється тією часткою енергією АТФ, яка перетворюється в механічну роботу. У механічну роботу перетворюється 40-49% (0,4%) енергії, що вивільняється при розщепленні АТФ.

Метаболічна ефективність показує, яка частина вивільнилася в ході хімічних перетворень енергії, фіксується в макроергічних фосфатних зв'язках АТФ. Зокрема, для аеробного окислення вуглеводів максимальна метаболічна ефективність становить близько 60%.

Механічна ефективність – кількісно характеризує здатність організму використовувати енергію хімічних зв'язків різних енергетичних джерел для забезпечення м'язової роботи. Вона розраховується як добуток термодинамічної ефективності та метаболічної.

Аеробний процес – основний механізм ресинтезу АТФ, який практично повністю забезпечує в звичайних умовах енергетичні потреби організму. Він характеризується високою ефективністю, великою метаболічною ємністю, широким колом субстратів окислення (субстратами аеробного окислення можуть бути вуглеводи, ліпіди, продукти білкового обміну), відсутністю накопичення в організмі токсичних продуктів обміну. Однак, багатостадійність цього процесу, складний шлях транспорту кисню до працюючих органів і обмежені можливості систем, що забезпечують цей транспорт, обмежують аеробний процес за максимальною потужністю. Поряд з цим, аеробний процес має низьку швидкість розгортання. У нетренованих осіб процес аеробного ресинтезу АТФ досягає своєї максимальної потужності тільки через 3-4 хвилини після початку напруженої м'язової роботи. Найбільша швидкість ресинтезу АТФ в аеробному процесі в осіб з високим ступенем тренуваності, що виконують розминку – досягається тільки до кінця першої хвилини інтенсивної м'язової роботи. З огляду на те, що багато спортивних вправ мають тривалість меншу, ніж потрібно для повного включення аеробного процесу, навіть таку швидкість розгортання можна розглядати як недостатньо високу. Інша особливість аеробного процесу полягає в тому, що й при максимальній потужності в одиницю часу в ньому утворюється менше АТФ, ніж витрачається за цей же час під час інтенсивної фізичної роботи. За наявності тільки аеробного механізму енергозабезпечення організму не володів би здатністю швидко переходити від стану спокою до напруженої роботи, швидко підвищувати потужність походу вправи, виконувати короточасні інтенсивні вправи швидкісно-силового характеру.

Анаеробні процеси, що включають менше число хімічних реакцій, ніж аеробні, і не залежать від постачання кисню, перевершують аеробні процеси за швидкістю розгортання і характеризуються більш високою максимальною потужністю. Однак, їх метаболічна ємність, що залежить від запасів креатинфосфату і глікогену, а також від стійкості організму до дії продуктів анаеробного обміну значно поступається аеробного процесу за метаболічною ємністю. Можна виділити три основних анаеробних процеси: креатинфосфокіназну реакцію, гліколіз і міокіназну реакцію. У всіх трьох процесах ресинтез АТФ відбувається шляхом взаємодії АДФ макроергічними сполуками або присутніми в м'язах (АДФ і креатинфосфату), або що утворюються в процесі анаеробних окислювальних перетворень вуглеводів (дифосфогліцерина і фосфопіровиноградная кислоти). Слід розглянути локалізацію цих енергопостачальних процесів в м'язовому волокні і їх взаємовідношення при м'язовій діяльності. Споживання АТФ міофібриллами в саркоплазмі призводить до утворення АДФ, яка тут же в саркоплазмі (на міофібриллах), регенерується в АТФ в ході креатинкіназної реакції. Креатинфосфат (КФ) віддає свою фосфатну групу і перетворюється в креатин.

Гліколіз відбувається в саркоплазмі. Субстратом для нього є глюкоза, яка утворюється з м'язового глікогену або приноситься в м'яз кров'ю. У процесі гліколізу ресинтезується АТФ, а кінцевий продукт – молочна кислота – залишає м'яз, дифундуючи в кров. Аеробні процеси окислення локалізовані в мітохондріях, туди надходить кисень і субстрати окислювання – піровиноградна кислота (ПВК), яка утворилася в процесі гліколізу і жирні кислоти. ПВК і жирні кислоти окислюються, і в формі ацетил КоА вступають в цикл Кребса.

Слід вказати на важливу роль КФ для енергетики серцевих і скелетних м'язів. КФ є сполучною ланкою між процесами, що відбуваються разом з вивільненням енергії (окисне фосфорилування, гліколіз), і процесами, які її споживають, він є переносником макроергічних фосфатних груп з

мітохондрій в саркоплазму - до міофібрил. Мембрани мітохондрій непроникні для АТФ, але проникні для КФ. Як тільки КФ віддає свою фосфатну групу АДФ, креатин проникає в мітохондрії і отримує від утвореної там АТФ фосфатну групу.

Далі КФ з мітохондрій рухається в саркоплазму і знову вступає в реакцію з АДФ, відновлюючи АТФ. Механізм цей залежить від співвідношення АТФ / АДФ у саркоплазмі. Що більша витрата АТФ і збільшення вмісту АДФ, то інтенсивніше він працює.

При виконанні будь-якої м'язової діяльності діють всі механізми ресинтезу АТФ, хоча внесок кожного з них в її енергетичне забезпечення залежить від потужності і тривалості вправи.

Існує певна послідовність включення і переважання різних шляхів ресинтезу АТФ по мірі продовження м'язової діяльності: перші 2-3 секунди розщеплюються тільки АТФ, потім від 3 до 20 секунд її ресинтез відбувається в основному за рахунок креатинфосфату, через 30-40 секунд роботи з максимальною інтенсивністю основна частка енергії виробляється за рахунок анаеробного гліколізу, подальше збільшення тривалості роботи підвищує значущість в енергозабезпеченні аеробного механізму.

Запитання до заняття

1. Анаеробні і аеробні шляхи ресинтезу АТФ при м'язовій діяльності.
2. Дати характеристику хімічним перетворенням в ході креатинфосфокіназного реакції, її потужності, ємності, швидкості розгортання та ролі при м'язовій діяльності (навести приклади фізичних вправ, де переважає цей тип реакції).
3. Ресинтез АТФ в процесі гліколізу, ефективність і особливості цього процесу при м'язовій діяльності.

4. Міокіназна реакція і її роль в підтримці сталості концентрації АТФ в працюючих м'язах.
5. Роль ресинтезу АТФ в процесі аеробного окислення в забезпеченні енергією тривалої м'язової діяльності.
6. Взаємозв'язок між анаеробним і аеробним процесами в м'язах.

ДИНАМІКА БІОХІМІЧНИХ ЗМІН В ОРГАНІЗМІ ПРИ РОБОТІ. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ВТОМИ

Мета заняття: Вивчити динаміку біохімічних процесів при різних видах роботи і при втомі.

М'язова діяльність призводить до різноманітних змін обміну речовин, хімізму органів і тканин. Зміни відбуваються не тільки в м'язах і органах, безпосередньо пов'язаних із забезпеченням фізичної роботи (серце, легені, і ін.), але і в багатьох інших органах і тканинах, відбувається перебудова обміну речовин всього організму. Удосконалюється нервова і гормональна регуляція обміну речовин. Посилюється надходження кисню в організм і його транспорт до працюючих органів і тканин.

При м'язовій роботі збільшується споживання кисню (в 20-30 разів і навіть у порівнянні з рівнем спокою), потреба ж організму в ньому («кисневий запит») задовольняється в повному обсязі, іноді лише на 10% і навіть на 3-5% від необхідного. Така робота може виконуватися нетривалий час, адже забезпечується в основному за рахунок внутрішньом'язових механізмів енергозабезпечення, які обмежені. Ця тимчасова невідповідність між потребою в кисні і його споживанням, спостерігається, як правило, на початку роботи і швидко ліквідується завдяки перебудові обміну. Настає стан, за якого споживання кисню відповідає потребі в ньому. Це так зване стійкий стан за споживанням кисню. Наявність цього стану є умовою для здійснення будь-якої тривалої роботи.

Під час м'язової діяльності збільшується швидкість реакцій розпаду АТФ, а отже, активізуються процеси анаеробного і аеробного ресинтезу АТФ. Участь анаеробних процесів в енергозабезпеченні роботи м'язів призводить до зниження запасів креатинфосфату, використовуваних в перші секунди, й глікогену м'язів.

Під час тривалих вправ починає використовуватися і глікоген печінки, бо запасів глікогену м'язів виявляється недостатньо. У м'язах і крові накопичуються продукти анаеробного обміну: креатин, неорганічний фосфат, молочна кислота. Зі збільшенням тривалості роботи в енергозабезпеченні м'язів в основному починають використовуватися продукти розпаду жирів – жирні кислоти і кетонів тіла. Таким чином, посилюється мобілізація енергетичних ресурсів організму, що призводить до підвищення вмісту в крові глюкози, жирних кислот, гліцерину, кетонів тіл.

Тривала напружена м'язова робота викликає зусилля розпаду білків і збільшення в крові продуктів білкового обміну (сечовини).

Таким чином, під впливом фізичних вправ відбуваються різноманітні зміни обміну: підвищення рівня окислювальних процесів, розпаду енергетичних запасів м'язів (глікоген, тригліцериди), мобілізація резервних поживних речовин організму (жирні кислоти, гліцерин з жирової тканини, глюкоза з глікогену печінки), надходження в кров і доставка до м'язів та інших інтенсивно працюють органам.

Поряд з посиленням процесів обміну, спрямованих на енергозабезпечення м'язової роботи, в організмі відбувається зниження інтенсивності процесів біосинтезу (білків та ін.), Пригнічення процесів травлення, зниження швидкості всмоктування поживних речовин з кишківнику та інші зміни.

Виконання фізичних вправ пов'язане зі значним підвищенням теплопродукції, що в свою чергу призводить до змін водно-сольового

обміну в організмі: втрати води, втрати і перерозподілу в організмі мінеральних солей та йонів.

М'язова діяльність характеризується посиленням вироблення гормонів і підвищення їх вмісту в крові.

Ступінь вираженості змін обміну в організмі, зрушення внутрішнього середовища знаходяться в залежності від потужності і тривалості виконуваних вправ, режиму діяльності м'язів, кількості що беруть участь в роботі м'язових груп і інших особливостей роботи.

Відмінності в характері метаболічних процесів при різних видах роботи визначаються особливостями її енергетичного забезпечення. Вони лежать в основі класифікації м'язових вправ на зони відносної потужності: максимальної, субмаксимальної, великої і помірної.

Залежність біохімічних процесів від потужності виконуваних вправ і її тривалості виражається в тому, що чим вище потужність, а, отже, більше швидкість розпаду АТФ, тим більшою мірою виражені анаеробні процеси ресинтезу АТФ. Потужність вправи, при якій вперше виявляється посилення анаеробних реакцій, називається порогом анаеробного обміну (ПАНО). У спортсменів він становить 60-75% від критичної потужності, тобто від потужності, при якій досягається максимальне споживання кисню (МПК). Потужність роботи пов'язана обернено пропорційною залежністю з її тривалістю.

Гранична тривалість роботи в зоні максимальної потужності становить 12-20 сек., На рівні 90-100% МПО 2 і робота забезпечується енергією в основному за рахунок креатинфосфату і частково за рахунок гліколізу.

У зоні субмаксимальної потужності – на рівні 80-90% МПО 2, робота триває від 20 сек, до 2-3 хв., Енергетичне забезпечення такої роботи йде за рахунок гліколізу, про що свідчить високий вміст молочної кислоти в крові.

Тривалість роботи в зоні великої потужності (50-70% МПО₂) становить до 30 хв. і основне значення в забезпеченні енергією набувають аеробні процеси.

Найбільш інтенсивні вправи в зоні помірної потужності (25-50% МПО₂), тривалість якої може складати до 4-5 годин, відбуваються при максимумі аеробних процесів виробництва енергії. З точки зору біоенергетики полярні потужності фізичного навантаження значно різняться, і ці відмінності характеризують ступінь і оборотність метаболічних зрушень, різні механізми «запуску» і різний фон, на якому починаються і протікають відновні процеси.

Значний вплив на характер і глибину біохімічних змін при м'язовій роботі надає режим діяльності м'язів (статичний, динамічний, змішаний).

Статичний режим роботи м'язів знижує швидкість кровообігу, в результаті чого ускладнюється постачання м'язів киснем, поживними речовинами, знижується швидкість усунення продуктів обміну.

Біохімічні зміни при такій роботі пов'язані в основному з участю анаеробних процесів ресинтезу АТФ.

При динамічному режимі роботи постачання тканин киснем забезпечується значно краще. У такій роботі велика частка участі аеробного виробництва енергії.

Особливості енергетичного обміну і характер біохімічних змін при м'язовій діяльності визначаються участю різної кількості м'язових груп, що беруть участь в роботі (локальних, регіональних, глобальних).

Регіональна і глобальна роботи, в яких беруть участь понад 3/4 всіх м'язів тіла (біг, плавання, лижні гонки і т.д.) викликають значні біохімічні зміни в усіх органах і тканинах організму. При виконанні такої роботи посилюється діяльність дихальної і серцево-судинної систем, м'язи краще забезпечуються киснем і забезпечення енергією відбувається за рахунок аеробних процесів.

Локальна робота, в якій бере участь 1/4 всіх м'язів тіла, в організмі в цілому викликає незначні біохімічні зрушення.

В енергетичному забезпеченні локальної роботи велика частка анаеробних процесів.

При м'язовій діяльності розвивається стан втоми, для якого характерно тимчасове зниження працездатності. Залежно від інтенсивності і тривалості робіт стомлення може розвиватися швидко або наростати повільно. Тому розрізняють дві форми втоми:

- 1) та, яка швидко розвивається і
- 2) та, яка повільно наростає.

В обох випадках стомлення виникають біохімічні зміни в м'язах, що характеризуються зниженням вмісту АТФ, КФ і глікогену, однак, вони неспецифічні.

Обидві форми стомлення за біохімічними змінами, що відбуваються в м'язах і головному мозку нетотожні, хоча і мають спільні риси. Це зниження вмісту АТФ, КФ і глікогену, і підвищення рівня АДФ (правда, в мозку воно менш є значним і короткочасним). Специфічним для обох форм стомлення в м'язах є зниження активності АТФ-ази міозину і можливостей виділення і поглинання Ca^{2+} саркоплазматичним ретикулумом – параметрів, безпосередньо пов'язаних зі скороченням і розслабленням м'яза. До цього приєднується і порушення провідності в нервово-м'язовому синапсі. Що пояснюється ускладненням ресинтезу ацетилхоліну через брак АТФ як джерела енергії. У найзагальнішій формі стомлення можна охарактеризувати як оборотне порушення фізіологічного та біохімічного гомеостазу, яке компенсується в післяробочий період. Втома пов'язана з більшим чи меншим вичерпанням резервних можливостей організму продовжувати роботу. Причина виникнення втоми різноманітні і зараз остаточно не з'ясовані: надто різняться за структурою, напруженості і характером фізичні навантаження, що ведуть до стомлення.

При роботі максимальної потужності енергозабезпечення відбувається в основному за рахунок розпаду готових фосфагенів в скорочуваних м'язах. Запаси їх у перекладі на кисневий еквівалент складають приблизно 40мл / кг O_2 , але не більше половини спортсмен може реалізувати в гранично напруженій роботі. Найбільший вихід її не перевищує 83,74–104,67кДж (Борілкевич В.Є., 1982). Оскільки робота такого темпу триває дуже короткі проміжки часу, функція кардіореспіраторного апарату і стан обміну набувають провідне значення лише в відновлювальному періоді.

Втома, можливо, пов'язана з неспроможністю центрального механізму організації та координації рухів такого темпу. Вірогідні порушення синаптичної передачі на рівні – рухове закінчення – м'язове волокно внаслідок залишкової деполяризації електрозбудливих мембран і розвитку парабіозу. Запаси фосфагенів, що визначаються в м'язі, сумарно можуть бути просторово недоступними для скорочувальних білків і роботи іонних насосів з різних секторів клітини.

Робота субмаксимальної потужності на 40-80% покривається за рахунок анаеробних процесів. Максимально реалізований енергетичний вихід гліколізу в кисневих еквівалентах оцінюється у молодих чоловіків приблизно в 55-80мл/кг O_2 , до 200мл/кг O_2 і більше у висококваліфікованих спортсменів (Борілкевич В.Є., 1982). Робота завершується на тлі найбільших зрушень гомеостазу: вираженої лактацідемії, ацидозу (до рН 6,8-6,9 в крові високотренованих спортсменів), гіпоглікемії, збідніння запасів глікогену в м'язах і печінці, зниження ударного об'єму серця. Основну роль у виникненні втоми вбачають у загальних і місцевих (в м'язах, що працюють) зрушеннях обміну і в нездатності організму компенсувати далі гострі порушення гомеостазу.

При роботі великої потужності явно переважає аеробний шлях енергозабезпечення (75-97%) і ефективність його, очевидно, залежить в основному від стану кардіореспіраторного апарату і здатності організму

тривалий час компенсувати наростаючі зрушення кислотно-лужного стану, гіпоглікемію (енергетичний голод мозку), порушення терморегуляції.

Робота помірної потужності характеризується практично повною аеробним енергозабезпеченням та можливістю тривалого виконання. Втома, мабуть, обумовлена сумою причин: виснаженням вуглеводного резерву і порушенням живлення мозку, накопиченням і погіршенням функцій мітохондрій, порушеннями терморегуляції і здатності стійко регулювати і підтримувати гомеостатичні механізми. З вичерпанням цієї здатності, в тому числі резервів кардіореспіраторної системи, і у зв'язку з припиненням роботи.

Запитання до заняття

1. Залежність біохімічних процесів в організмі від характеру м'язової діяльності.
2. Характеристика біохімічних змін в організмі при виконанні вправ в різних зонах потужності.
3. Особливості біохімічних процесів при різних режимах діяльності м'язів.
4. Характеристика біохімічних змін в організмі при виконанні вправ з участю різної кількості м'язових груп.
5. Механізм утворення кисневого боргу.
6. Біохімічні зміни в організмі при втомі:
 - а) зміни в ЦНС;
 - б) зміни в м'язах;
 - в) поняття про домінуючу функції і «провідному» ланці стомлення;

г) розвиток охоронного гальмування і роль - аміномасляної кислоти (ГАМК).

БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ В ОРГАНІЗМІ ПІД ЧАС ВІДПОЧИНКУ ПІСЛЯ М'ЯЗОВОЇ РОБОТИ

Мета заняття: Вивчити динаміку біохімічних процесів в організмі в період «термінового і відставленого відновлення»

Період відпочинку характеризується усуненням змін в обміні речовин, що виникли під час роботи, посиленням окиснення проміжних і підвищеною швидкістю утворення кінцевих продуктів обміну. В період відпочинку відбувається синтез і накопичення енергетичних речовин, посилюється процес біосинтезу білків. Період відпочинку характеризується підвищеним рівнем окислювальних процесів, підвищеним споживанням кисню, тому що відбувається ліквідація кисневого боргу (на початку його швидка і повільна фракції, надповільна фракція може відновлюватися протягом 2-х і більше діб).

Кисневим боргом вважають величину підвищеного споживання кисню (більше звичайного споживання для такого стану в доробочий період) після фізичної роботи, тобто кисневий борг становить різницю між рівнем споживання кисню після роботи і звичайної величиною споживання в такому стані. Кисневий борг оцінюється в літрах. Крім вираження його в абсолютних величинах (у літрах) часто вдаються до вираження кисневого боргу у % до запиту, тобто визначають його відносну величину за формулою:

$$\frac{\text{кисневий борг, л} \times 100}{\text{кисневий запит за час роботи, л}} = \text{борг в\%}$$

Алактатний кисневий борг спрямований на синтез макроергів - АТФ і креатинфосфату, ресатурацію міоглобіну, відновлення вмісту O^2 в рідинах тіла, забезпечення посиленої легеневої вентиляції, а також циркуляції в початковій стадії періоду відновлення та ін.

Лактатний кисневий борг використовується частково на окислення певної частки молочної кислоти, а головним чином на окислення ліпідів – основних джерел енергії в період відновлення, в тому числі і для процесу глюконеогенезу з лактату та інших попередників глюкози.

У період відновлення інтенсивно усувається підвищений рівень молочної кислоти лактату. Частина її використовується в якості джерела енергії, окислюючись до CO_2 і H_2O , частина перетворюється в глюкозу і глікоген, частина виводиться з сечею і потом. Перетворення лактату в глюкозу носить назву глюконеогенезу. Головні функції глюконеогенезу в період відновлення – це утилізація молочної кислоти, яка накопичилася під час роботи, і ресинтез вуглеводів - глюкози, з якої потім утворюється глікоген. Глюконеогенез активно протікає лише в печінці та нирках. Гормональними активаторами є глюкокортикоїди, катехоламіни, глікоген, СТГ. Основними джерелами глюконеогенезу в період відпочинку є: лактат, гліцерин і амінокислоти (аланін, глютамінова кислота та ін.). Цей етап відновлення називається вуглеводним відновленням.

Нормалізація вмісту в крові і тканинах продуктів жирового обміну (кетонових тіл, вільних жирних кислот) відбувається більш повільно. Етап жирового відновлення характеризується посиленням ліпогенезу в печінці і жировій тканині. В останню чергу відновлюються білки. Етап білкового відновлення називається анаболічним відновленням.

Повернення показників обміну до допрацюючого вихідного рівня відбувається за рахунок аеробних шляхів ресинтезу АТФ. Інтенсивність процесів відновлення, ресинтезу речовин, перебуває в залежності від величини змін, які спостерігалися в період фізичної роботи.

Для обміну речовин періоду відпочинку характерне те, що різні види обміну досягають допрацюючого рівня, відновлюються не в один час. Це явище отримало назву гетерохронності (різно - тимчасовості). Воно поширюється не тільки на різні показники обміну, а й на вихідні показники при їх визначенні в різних органах. Так швидко відновлюється в м'язах вміст креатинфосфату, довше відновлюється глікоген і найбільше часу потрібно для відновлення білкового обміну. Якщо взяти окремий показник, наприклад, глікоген, то швидше за все після роботи він відновлюється в мозку, далі в серці, м'язах і найдовше йде відновлення в печінці.

Другою особливістю обміну речовин в період відпочинку є те, що для цілого ряду показників обміну характерне не тільки відновлення до початкового рівня, але й подальше підвищення, що отримало назву суперкомпенсації (надвідновлення). Суперкомпенсація спостерігається протягом певного часу. Далі слід від впливу навантаження усувається, показник обміну повертається до вихідного, доробочого рівня.

Таким чином, для обміну речовин періоду відпочинку (відновний) після фізичної роботи характерно переважання процесів асиміляції над дисиміляцією, що за певних умов призводить до таких змін обміну, які не реєструвалися до фізичної роботи (суперкомпенсації).

Явище надвідновлення найбільш демонстративно простежується на прикладі накопичення енергетичного матеріалу клітини, В той же час, воно поширюється на більш широке коло біохімічних процесів клітини, найбільш важливими з яких є: підвищений адаптивний (приспосувальний) синтез білків (скоротливі білки м'язів і серця, міоглобін та ін.), індукція ферментів. Це призводить до робочої гіпертрофії м'язів, печінки, міокарда, збільшення швидкості окислювальних процесів, ефективності використання АТФ для м'язового скорочення і вдосконалення механізмів її ресинтезу в процесі м'язової роботи. Цьому, наприклад, сприяє такий прояв суперкомпенсації як підвищення рівня креатинфосфату і міоглобіну м'язів. Ряд біохімічних проявів поверхвідновлення настільки значний, що

може бути зареєстрований за допомогою гістологічних (зміна розмірів м'язових волокон, кількості і форми мітохондрій) і навіть антропометричних і клінічних методів (маса м'язів, розміри серця і печінки).

На підставі розглянутих закономірностей обміну періоду відпочинку та роботи можна зробити висновок, що тренувальний процес має охоплювати період роботи, коли відбуваються характерні для неї зміни обміну, і відпочинку (відновлення), під час якого спостерігається специфічна перебудова обміну, виникають адаптивні зрушення. Закріплення цих зрушень призводить до зміни функціональних можливостей клітини, органу і всього організму.

Запитання до заняття

1. «Термінове» і «відставлене» відновлення. Етапи.
2. Поняття про кисневий борг, кисневий запит організму та стійкий стан.
3. Суперкомпенсація біохімічних субстратів в клітці та її роль для тренувального процесу.
4. Принцип біохімічної гетерохронності в період відновлення.

БІОХІМІЧНІ ФАКТОРИ СПОРТИВНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

Мета заняття: Вивчити аеробні й анаеробні фактори спортивної працездатності та співвідношення в рівнях їх розвитку у представників різних видів спорту.

Серед провідних біохімічних факторів, що визначають спортивну працездатність найбільш важливими є біоенергетичні (аеробні та анаеробні) можливості організму. Залежно від інтенсивності і характеру забезпечення, роботу запропоновано ділити на декілька категорій:

- а) анаеробну (алактатну) зону потужності навантажень;

- б) анаеробну (гліколітичну) зону;
- в) зону змішаного анаеробно-аеробного забезпечення (переважають анаеробні процеси);
- г) зону змішаного аеробно-анаеробного забезпечення (переважають аеробні процеси);
- д) зону аеробного енергозабезпечення.

Анаеробна робота максимальної потужності (10-20 сек.) Виконується в основному на внутрішньоклітинних запасах фосфагену (креатинфосфат + АТФ). Кисневий борг невеликий, має алактатний характер і повинен покрити ресинтез витрачених макроергів. Суттєвого накопичення лактату не відбувається, хоча можливо залучення гліколізу в забезпечення таких короткочасних навантажень і зміст лактату в працюючих м'язах збільшується.

Робота субмаксимальних потужностей в залежності від темпу і тривалості лежить в зонах анаеробного (гліколітичного) і анаеробно-аеробного енергетичного забезпечення. Провідним стає внесок анаеробного гліколізу, що призводить до накопичення високих внутрішньоклітинних концентрацій лактату, закиснення середовища, розвитку дефіциту НАД і аутоінгібірованню процесу. Лактат має гарну, але кінцеву швидкістю проникнення крізь мембрани і рівновагу між його вмістом у м'язах і плазмі встановлюється лише через 5-10 хв. від початку роботи.

Під час роботи великої потужності переважає аеробний шлях енергозабезпечення (75-98%). Робота помірної потужності характеризується практично повним аеробним енергозабезпеченням та можливістю тривалого виконання від 1 години до багатьох годин в залежності від конкретної потужності. Існує дуже багато показників, які використовуються для виявлення рівня розвитку, аеробного і анаеробного механізмів перетворення енергії.

Одним з них дають інтегральну оцінку цих механізмів, інші – дозволяють охарактеризувати різні їх сторони (швидкість розгортання,

потужність, місткість, ефективність) або стан будь-якої окремої ланки або етапу. Найбільш інформативними є показники, реєстровані при виконанні тестових навантажень, що викликають близьку до граничної активацію відповідних процесів перетворення енергії. При цьому слід врахувати, що анаеробні процеси мають високу специфічність і в найбільшій мірі включаються в енергетичне забезпечення тільки того виду діяльності, в якому спортсмен пройшов спеціальне тренування. Це означає, що для оцінки можливостей використання анаеробних процесів енергозабезпечення роботи, у велосипедистів найбільш підходять велоергометричні тести, у бігунів – біг і т.д.

Велике значення для виявлення можливостей використання різних процесів енергозабезпечення мають потужність, тривалість і характер виконуваної тестової вправи. Наприклад, для оцінки рівня розвитку алактатного анаеробного механізму найбільш доречним є короточасні (20-30 сек.) вправи, що виконуються з максимальною інтенсивністю. Найбільші зрушення, пов'язані з участю гліколітичного анаеробного механізму енергозабезпечення роботи виявляються при виконанні вправ тривалістю 1-3 хв. з граничною для цієї тривалості інтенсивністю. Прикладом може бути робота, що складається з 2-4 повторних вправ, тривалістю близько 1 хв., виконуваних через рівні або скорочувальні інтервали відпочинку. Кожна повторна вправа має виконуватися з найбільшою можливою інтенсивністю. Стан аеробних і анаеробних процесів енергозабезпечення м'язової роботи можна охарактеризувати за допомогою тесту зі ступінчастим збільшенням навантаження до «відмови».

Показниками, що характеризують рівень анаеробних систем, є величини алактатного і лактатного кисневого боргу, природа яких розглянута раніше. Інформативними показниками глибини гліколітичних анаеробних зрушень є максимальна концентрація молочної кислоти в крові, показники активної реакції крові (рН) і зсуву буферних підстав (BE).

Для оцінки рівня розвитку аеробних механізмів енергоутворення використовується визначення максимального споживання кисню (МСК) – найбільшого кисневого споживання в одиницю часу, яке може бути досягнуто в умовах напруженої м'язової роботи.

МСК характеризує максимальну потужність аеробного процесу і носить інтегральний (узагальнений) характер, адже здатність виробляти енергію в аеробних процесах визначається сукупною діяльністю багатьох органів і систем організму, відповідальних за утилізацію, транспорт і використання кисню. У видах спорту, де основним джерелом енергії є аеробний процес, поряд з потужністю, велике значення має його ємність. Як показник ємності використовується час утримання максимального кисневого споживання. Для цього разом з величиною МСК визначається значення «критичної потужності» – меншої потужності вправи, за якої досягається МСК. З цією метою найбільш зручний тест із ступінчастим збільшенням навантаження. Потім (зазвичай наступного дня) спортсменам пропонується виконати роботу на рівні критичної потужності. Фіксується час, протягом якого може утримуватися «критична потужність» і змінюється споживання кисню. Час роботи на «критичної потужності» і час утримання МСК добре корелюють між собою і є інформативними щодо ємності аеробного шляху ресинтезу АТФ.

Як відомо, початкові етапи будь-який досить напруженій м'язовій роботи забезпечуються енергією за рахунок анаеробних процесів. Основна причина цьому – інертність систем аеробного енергозабезпечення. Після розгортання аеробного процесу до рівня, відповідного потужності виконуваної вправи, можуть виникнути дві ситуації:

- 1) аеробні процеси повністю справляються з енергозабезпеченням організму;
- 2) поряд з аеробним процесом в енергозабезпеченні бере участь гліколіз.

Дослідженнями показано, що у вправах, потужність яких ще не досягла «критичної», а, отже, аеробні процеси не розгорнулися до максимального рівня, в енергетичному забезпеченні роботи на всій її довжині може брати участь гліколіз. Та найменша потужність, починаючи з якої у виробленні енергії протягом усієї роботи, поряд з аеробними процесами, бере участь гліколіз, отримала назву «порогу анаеробного обміну» (ПАНО). Потужність ПАНО прийнято виражати у відносних одиницях – рівнем споживання кисню (у відсотках від МСК), досягнутим під час роботи. Поліпшення тренуваності до навантажень аеробного спрямованості супроводжується підвищенням ПАНО. Значення ПАНО залежить в першу чергу від особливостей аеробних механізмів енергоутворення зокрема, від їх ефективності. Оскільки ефективність аеробного процесу може зазнавати зміни, наприклад, за рахунок зміни у зв'язку окислення з фосфорилюванням, вона представляє інтерес оцінки цієї сторони функціональної готовності організму. Найбільш важливі внутрішньоіндивідуальні зміни цього показника на різних етапах тренувального циклу. Оцінити ефективність аеробного процесу можна також в тесті із ступінчастим збільшенням навантаження при визначенні рівня кисневого споживання для кожного ступеня.

Отже, участь анаеробних і аеробних процесів в енергетичному забезпеченні м'язової діяльності визначається, з одного боку, потужністю й іншими особливостями виконуваної вправи, з іншого - кінетичними характеристиками (максимальна потужність, час утримання максимальної потужності, максимальна ємність і ефективність) процесів енергоутворення. Розглянуті кінетичні характеристики залежать від взаємодії безлічі тканин і органів і по-різному змінюються під впливом тренувальних вправ. Цю особливість відповідної реакції біоенергетичних процесів на тренувальні навантаження необхідно враховувати при складанні тренувальних програм.

Запитання до заняття

1. Аеробні і анаеробні фактори спортивної працездатності.
2. Біоенергетичні критерії фізичної працездатності.
3. Охарактеризувати біохімічні показники рівня розвитку аеробного і анаеробних складових спортивної працездатності.
4. Співвідношення в рівнях розвитку аеробного і анаеробних складових спортивної працездатності у представників різних видів спорту.
5. Особливості біохімічних змін в організмі в критичних умовах м'язової діяльності:
 - а) при роботі на рівні «порога анаеробного обміну» (ПАНО);
 - б) на критичній потужності;
 - в) потужності виснаження;
 - г) на максимальній анаеробній потужності.
- д) залежність цих змін від рівня тренуваності спортсмена.
6. Як впливає спеціалізоване тренування на рівень розвитку аеробних і анаеробних чинників?

БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ ПРИ АДАПТАЦІЇ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ДО ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПІД ВПЛИВОМ СИСТЕМАТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ФІЗИЧНИМИ ВПРАВАМИ І СПОРТОМ

Мета заняття: Вивчити особливості біохімічних змін в організмі в період «термінового», «відставленого» і «кумулятивного» тренувальних ефектів.

Адаптація організму до м'язової діяльності полягає в термінових адаптаційних процесах, що відбуваються безпосередньо під час роботи м'язів. Ці процеси включають в першу чергу мобілізацію енергетичних ресурсів, транспорт кисню і субстратів окислення до працюючих м'язів, видалення кінцевих продуктів енергообміну і створення умов для пластичного забезпечення роботи м'язів. Крім того, термінові адаптаційні процеси забезпечують збереження сталості внутрішнього середовища організму (гомеостазу).

Довготривалі адаптаційні процеси розвиваються поступово в результаті тривалої дії фізичних навантажень і полягають у тому, що в посилено функціонуючих клітинах активується синтез різних структурних і ферментних білків, завдяки чому збільшується функціональна потужність працюючих клітинних структур, збільшується число структур, що активно функціонують.

Відповідно до того, що адаптація до фізичних навантажень включає термінові і довгострокові адаптаційні процеси в теорії та практиці спорту виділяють терміновий, відставлений і кумулятивний тренувальні ефекти. Під терміновим тренувальним ефектом мають на увазі біохімічні зміни, що відбуваються в організмі під час виконання різних фізичних навантажень (вони були розглянуті в попередніх розділах).

Відставлений тренувальний ефект включає біохімічні зміни, що зберігаються в організмі на пізніх фазах відновлення. У цей період відбувається відновлення енергетичних джерел і зруйнованих білкових структур, зміни гормональної активності.

Кумулятивний тренувальний ефект включає біохімічні зміни, які виникають в результаті досить тривалого періоду систематичного тренування. Вони полягають у підвищенні в організмі спортсменів рівня енергетичних субстратів (КФ, глікогену, ліпідів), збільшенні змісту структурних білків і ферментів, гемоглобіну, міоглобіну, підвищенні ємності буферних систем. Відбувається також структурна перебудова

організму, що має в своїй основі біохімічні зміни. Так, збільшуються розміри серця і капілярна мережа в м'язах і органах, що беруть участь в забезпеченні м'язової роботи, підвищує число мітохондрій в клітинах.

Всі ці зміни носять специфічний характер, тобто залежать від специфіки спорту, інтенсивності та інших характеристик виконуваної тренувальної роботи.

Більшою мірою тренувальний ефект залежить від характеру навантаження, воно має бути адекватним, тобто викликати виразні специфічні зміни, властиві цьому виду справи.

Особливості обміну періодів роботи і відпочинку, розглянуті нами раніше, свідчать, що тренувальні навантаження повинні бути не тільки специфічними за впливом на обмін, але й чималими за обсягом, перевищувати певний звичайний рівень, щоб викликати бажані адаптивні зміни обміну. Однак, хоч яке б велике було навантаження і хоч наскільки значними були б зміни обміну, через певний час (що більше, то значніше були зміни), слід від впливу навантаження ліквідується, більш того, може настати зниження тих чи інших показників, важливих для забезпечення роботи, нижче вихідного рівня, функціональні можливості будуть знижуватися. Отже, для отримання стійких адаптивних змін обміну, підвищення функціональних можливостей організму тренувальні навантаження повинні підвищуватися, Ефект від повторних навантажень буде проявлятися тільки за умови їхнього раціонального поєднання з періодом відпочинку.

Так, якщо повторні навантаження будуть пред'являтися тоді, коли специфічні зміни обміну ще не досягли вихідного рівня, то під їх впливом відбуватимуться подальші зміни обміну, їх виразність буде з кожним разом збільшуватися. В результаті такого поєднання навантажень і відпочинку, можуть виникнути неспецифічні, в тому числі небажані зміни, що призводять до перетренування (перевтоми).

Повторні навантаження можуть проводитися в період, коли слід від попередньої навантаження повністю ліквідується, тобто досягнуто стану, який був до попереднього тренування. При такому поєднанні навантажень і відпочинку, якщо вони практикуються систематично, буде стабільно зберігатися досягнутий рівень тренованості (фізичної працездатності). Такий варіант поєднання навантажень і відпочинку широко використовується в практиці оздоровчої фізичної культури, а також в спорті, коли з певних причин (змагальний період, перемикання на тактичну або технічну підготовку в ігрових видах спорту і т.п.) не ставиться завдання подальшого підвищення досягнутого рівня тренованості.

Підвищення функціональних можливостей (рівню тренованості) досягається тоді, коли повторні навантаження за часом збігаються з фазою надвідновлення. В цьому випадку раз у раз матиме місце приріст показників обміну з відповідним збільшенням функціонального рівня тренуємої функції. Слід зазначити, що повною мірою це прийнятно тільки в великих циклах тренування. В межах окремих тренувальних занять і мікроциклів вдаються до повторних навантажень (тренувань) тоді, коли не спостерігається повного відновлення, що призводить до вираженого зниження показників провідної функції. Відпочинок між окремими мікроциклами забезпечує досягнення суперкомпенсації провідної функції, тому з повторенням чергового мікроциклу підвищується тренувальний ефект.

Оскільки тренувальний ефект залежить від поєднання повторного навантаження з фазою надвідновлення, то важливо, щоб вона була досить вираженою і тривалою, Це особливо важливо, в зв'язку з тим, що для обміну речовин в період відпочинку характерно явище гетерохронності.

Виразність тих чи інших відмінних рис обміну залежить від спрямованості тренування, переважного розвитку рухових якостей.

При використанні біохімічних методів можуть бути вирішені багато питань, пов'язаних з оцінкою ходу тренувального процесу, визначення рівня тренуваності.

Запитання до заняття

1. Характеристика «термінових», «відставлених» і «кумулятивних» біохімічних змін в організмі, що викликаються тренувальним процесом.
2. Характеристика біологічних принципів, що лежать в основі правильного побудови тренувального процесу.
3. Поняття про ефективні і неефективних навантаженнях.
4. Біохімічне обґрунтування «позитивного», «негативного» тренують ефектів і «стабілізація спортивної форми» Їх роль в тренувальному процесі.
5. Чим зумовлена специфічність біохімічної адаптації, що розвивається в процесі систематичної тренування?
6. Біохімічне обґрунтування необхідності поступового збільшення навантажень в процесі тренування.
7. Пояснити явище гетерохронності адаптаційних процесів на прикладах термінового, відставленого і кумулятивного ефектів тренування.
8. Біохімічна характеристика фаз адаптації до м'язової навантаженні.

БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ШВИДКІСНО-СИЛОВИХ ЯКОСТЕЙ СПОРТСМЕНІВ

Мета заняття: Вивчити біохімічні та структурні чинники, що визначають прояв м'язової сили, швидкості скорочення і біохімічні основи розвитку швидкісно-силових якостей спортсмена.

Фізичними якостями людини, що проявляються під час м'язової діяльності, є швидкісно-силові якості, найважливіші з них – це сила, швидкість і потужність зусилля, що розвивається. Їх прояв залежить від біохімічних, фізіологічних і психологічних особливостей організму спортсмена, його технічної підготовки.

Швидкісно-силові якості спортсмена зумовлені генетичними структурними чинниками, зокрема, довжиною саркомерів в міофібрилах, вмістом волокон, які швидко і повільно скорочуються, в м'язах. Білі швидкі (анаеробні) і червоні повільні (аеробні) волокна розрізняються не тільки за зовнішнім виглядом, але й за характером метаболізму. Червоні м'язові волокна добре забезпечуються кров'ю, містять багато мітохондрій, мають високу активність гексокінази і низьку активність фосфорілази й АТФ-ази міозину і вони мають високу здатність до аеробного окислення.

Білі м'язові волокна погано забезпечуються кров'ю, містять мало мітохондрій, мають низьку активність гексокінази і високою активністю фосфорілази і АТФ-ази міозину. Оскільки величина максимальної швидкості скорочення м'яза прямо пропорційна щодо АТФ-азної активності, то в швидко скоротливих білих волокнах, де АТФ-азна активність міозину висока, ця величина значно вище, ніж в повільно скоротливих червоних волокнах.

Величина максимальної потужності, що розвивається м'язом, що відображає спільний ефект прояви сили і швидкості скорочення є лінійною функцією від сумарної АТФ-азної активності. Сумарна АТФ-азна активність вище в швидко скоротливих білих волокнах, відповідно до цього, в цих волокнах величина максимальної потужності значно вище, ніж в повільно скоротливих червоних волокнах. З біохімічних факторів швидкісно-силові якості визначаються в першу чергу вмістом скорочувальних білків актину і міозину, АТФ-азною активністю міозину, здатністю до швидкого ресинтезу АТФ (головним чином, за рахунок Крф), концентрацією йонів Ca^{2+} , Mg^{2+} та ін. у м'язовій тканині, здатністю до швидкого їх вивільнення та зв'язування.

У зв'язку з тим, що структурні чинники швидкісно-силових якостей людини генетично обумовлені й не змінюються в процесі індивідуального розвитку під впливом тренування, то основними методами для поліпшення швидкісно-силових якостей спортсменів мають бути вправи, спрямовані на посилення синтезу скорочувальних білків у м'язах і підвищення АТФ-азної активності міозину.

З цією метою в швидкісно-силових видах спорту використовують в основному методи максимальних зусиль і повторних граничних вправ.

Запитання до заняття

1. Охарактеризуйте біохімічні та структурні чинники, що визначають прояв м'язової сили і швидкості скорочення.
2. Охарактеризуйте біохімічний склад і структурні особливості м'язових волокон різних типів.
3. Яке значення має співвідношення волокон різних типів для прояву сили швидкості і витривалості?
4. Який зв'язок між силою, швидкістю і потужністю, її біохімічні детермінанти.
5. Охарактеризуйте біохімічні та структурні зміни в м'язах і нервових волокнах при тренуванні з використанням швидкісно-силових вправ.
6. Біохімічна характеристика сучасних методів тренування, спрямованих на розвиток максимальної м'язової сили, м'язової маси і швидкісних якостей спортсменів.

БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ВИТРИВАЛОСТІ СПОРТСМЕНІВ

Мета заняття: Вивчити біохімічні фактори, що визначають прояв алактатного, гліколітичного, аеробного компонентів витривалості, її специфічність і біохімічні основи методів удосконалення окремих компонентів витривалості.

Витривалість можна визначити як здатність до виконання будь-якої діяльності в часі без зниження ефективності. Вона залежить від анаеробної і аеробної продуктивності людини. Аеробна продуктивність вимірюється величиною максимального споживання кисню, анаеробна продуктивність характеризується максимальною відносною величиною кисневого боргу. Витривалість людини до напруженої м'язової діяльності завжди носить специфічний характер і визначається тими властивостями організму, які перешкоджають виникненню в організмі змін, що викликають стомлення, і забезпечують стійкість організму до біохімічних змін, що виникають при роботі. До числа таких властивостей організму в першу чергу відносяться особливості, які визначаються можливостями систем енергозабезпечення. Відповідно до трьох основних шляхів ресинтезу АТФ розрізняють три основні компоненти витривалості: алактатний, гліколітичний і аеробний.

Алактатний компонент витривалості залежить від запасів креатинфосфату в працюючих органах, економністю його витрачання при роботі і стійкістю ферментів алактатної анаеробної системи (АТФ-азиніозину і креатинфосфокінази) в умовах накопичення продуктів анаеробного розпаду. Тому тренування, яке використовується для вдосконалення алактатного компонента витривалості повинно призвести до максимального вичерпання алактатного резерву в працюючих м'язах і підвищити стійкість ферментів алактатної системи до накопичення продуктів анаеробного розпаду. З цією метою застосовуються методи повторної та інтервальної роботи з великим числом повторень короткочасних вправ (10-15 сек.) Високої інтенсивності (90-95% W_{max}) і

паузами відпочинку 2,5-3 хв, необхідними для забезпечення відновлення алактатних резервів .

Можливості гліколітичного компонента витривалості визначаються вуглеводними ресурсами організму (зокрема, глікогеном м'язів), економічністю їх витрачання, активністю ферментів гліколізу і компенсаторними реакціями, що забезпечують здатність продовжувати роботу в умовах швидко зростаючих анаеробних змін всередині організму. Висока значимість компенсаторних реакцій організму для протікання гліколітичних процесів при м'язовій діяльності пов'язана з утворенням молочної кислоти, яка спричиняє закиснення середовища, що призводить до зниження активності ферментів, особливо АТФ-ази та фосфофруктокінази. Тому для гліколітичного компонента витривалості першорядне значення мають можливості буферних систем організму, що мають здатність зв'язувати молочну кислоту, а також стійкість ферментів до змін рН внутрішнього середовища.

Для вдосконалення гліколітичного компонента витривалості можуть використовуватися методи одноразової граничної, повторної й інтервальної роботи. Застосовувані вправи мають забезпечити граничне посилення гліколізу в працюючих м'язах, для цього придатні вправи тривалістю від 30 сек. до 3 хв. за допомогою близької до граничної. Інтервали відпочинку між вправами мають безперервно скорочуватися. Їх визначають за показником відновлення (співвідношення вмісту молочної кислоти в останньому повторенні до її вмісту в попередньому).

Аеробний компонент витривалості, який представлений в роботі невеликої потужності, але тривалої, залежить від аеробних енергетичних можливостей спортсмена і здатності до їх мобілізації при роботі, можливості й стійкості систем, що забезпечують доставку кисню до працюючих органів і тканин, кількості й активності ферментів аеробного процесу.

Підвищення фізичних можливостей під час тренування аеробного компонента витривалості пов'язане зі збільшенням надходження крові та кисню до клітин працюючих м'язів, що пояснюється адаптацією самих м'язів, що підвищує їх здатності до аеробних процесів. Для їх розвитку можуть застосовуватися методи одноразової безперервної роботи (обсяг навантаження становить не менше 30хв.), повторної (тривалість вправи не менше 3хв) і кілька видів інтервальної роботи, в яких найбільшого впливу надають інтервали відпочинку.

Слід зазначити, що максимальний розвиток біохімічних, молекулярних основ якостей рухової діяльності відбувається неодноразово: раніше за все максимуму досягають основи витривалості до тривалої роботи, потім сили, в останню чергу – швидкість. Якщо припинити тренування, все поступово повертається до початкового рівня в зворотному порядку: в першу чергу знижується швидкість, здатність до швидкісної роботи максимальної і субмаксимальної потужності, пізніше сила, а в останню чергу - витривалість до тривалої роботи в умовах стійкого стану.

Запитання до заняття

1. Біохімічні фактори, що визначають прояв алактатного, гліколітичного й аеробного компонентів витривалості.
2. Біохімічні показники, які застосовуються для оцінки витривалості.
3. Дайте біохімічне обґрунтування причин високої специфічності анаеробних компонентів витривалості.
4. Які біохімічні фактори визначають позитивний взаємозв'язок аеробного компонента витривалості з гліколітичним?
5. Дайте біохімічне обґрунтування основних методичних прийомів, що використовуються для вдосконалення окремих компонентів витривалості.
6. Особливості біохімічних змін в організмі при застосуванні безперервних (рівномірних і змінних), повторних та інтервальних методів тренування.

ОСОБЛИВОСТІ БІОХІМІЧНИХ ЗМІН В ОРГАНІЗМІ ПРИ ЗАНЯТТЯХ РІЗНИМИ ВИДАМИ СПОРТУ

Мета заняття: вивчити характер біохімічних змін в організмі спортсменів при виконанні навантажень різної потужності.

При розгляданні біохімічних змін в організмі, що відбуваються при заняттях різними видами спорту, найбільш зручним є поділ усіх спортивних вправ на циклічні і ациклічні. Перші характеризуються повторюваністю фаз руху та розрізняються за відносною потужністю роботи, характеру руху в середовищі, де виконується вправа.

Другим, тобто ациклічним вправам властиві відсутність повторності фаз. Це короткочасні, одноразові рухи максимальної і субмаксимальної потужності й комбінації (стрибки, метання, підняття важких предметів, гімнастичні вправи) або вправи, що здійснюються в змінних умовах, коли характер і потужність руху весь час змінюються (єдиноборства, спортивні ігри).

У біохімічних змінах, що виникають в організмі при заняттях деякими видами спорту, виявляється виражена схожість. Це обумовлено цілим рядом причин. По-перше, найбільш виражені зміни в організмі під час м'язової діяльності пов'язані з діяльністю механізмів енергетичного забезпечення роботи. Існують три основні механізми енергозабезпечення: аеробний, пов'язаний з використанням кисню повітря, анаеробний алактатний (креатинфосфатний) і анаеробний лактатний (гліколітичний). Ці механізми енергопродукції забезпечують ресинтез основного енергетичного джерела м'язів – АТФ. Залежно від специфіки виконуваної м'язової діяльності частка кожного з видів питомої енергопродукції буде змінюватися. Участь різних механізмів в енергетичному забезпеченні роботи й обумовлені їх діяльністю біохімічні зміни в організмі визначаються цілою низкою чинників, в тій тією чи іншою мірою

представлених у всіх видах спорту. Серед цих факторів в першу чергу необхідно виділити наступні:

режим діяльності м'язів (статичний, динамічний, змішаний);

кількість учасників м'язів;

потужність і тривалість роботи.

Статичний режим діяльності м'язів ускладнює кровообіг, постачання працюючих м'язів киснем і живильними речовинами, видалення продуктів розпаду. Це призводить до підвищення ролі анаеробних процесів в енергетичному забезпеченні роботи, тобто робить її більш анаеробною. Навпаки, динамічний характер сприяє кровообігу в працюючих м'язах, покращує постачання їх енергетичними субстратами, киснем, видалення продуктів розпаду, тобто сприяє аеробізації роботи.

Виконання тієї ж самої роботи за участю різної кількості м'язових груп супроводжується різними біохімічними зрушеннями в організмі. Зменшення кількості бере участь у роботі м'язів, підвищує значущість анаеробних процесів в енергетичному забезпеченні роботи, тобто призводить до посилення анаеробних зрушень в організмі. Виконання інтенсивної м'язової роботи за участю невеликої кількості м'язових груп може супроводжуватися анаеробними зрушеннями в самих працюючих м'язах. Однак в організмі в цілому це може не викликати істотних змін. Значні анаеробні зсуви в організмі відбуваються при виконанні інтенсивної м'язової роботи глобального характеру, яка здійснюється за участю великих м'язових груп.

Найбільш важливими факторами, що визначають характер і глибину біохімічних змін в організмі, є потужність і тривалість вправи.

Основне значення для біохімічної оцінки фізичних вправ має їх потужність, адже саме цим визначається величина кисневого запиту. Від ступеня його задоволення залежить протікання хімічних процесів, пов'язаних з енергетичним забезпеченням м'язової діяльності і ресинтезом АТФ під час неї.

Між потужністю і тривалістю вправи існує зворотна залежність: що інтенсивніша робота, то за короткий проміжок часу її можна виконувати. Найвиразніше ця залежність проявляється в циклічних видах спорту, наприклад, в легкоатлетичному бігу; середня швидкість бігу швидко знижується зі збільшенням дистанції. Потужність і тривалість вправи визначають енерговитрати (загальні та в одиницю часу роботи), як і участь різних енергетичних механізмів в енергетичному забезпеченні роботи. В свою чергу участь в енергозабезпеченні різних механізмів перетворення енергії, ступінь їхньої активізації найбільшою мірою визначають характер і глибину біохімічних змін.

Короткочасні вправи високої інтенсивності забезпечуються енергією переважно за рахунок анаеробних механізмів. Зі збільшенням тривалості роботи зростає роль анаеробних процесів.

Відмінності в енергетичному забезпеченні вправ різної потужності і тривалості лежать в основі поділу циклічних видів спорту на зони потужності. Відповідно до прийнятої класифікації всі вправи циклічних видів спорту поділяють на чотири зони потужності: максимальну (30с.), субмаксимальну (не більше 5хв.), велику (до 40хв.) і помірну (більше 40хв.).

Вправи циклічних видів спорту, які за своєю потужністю і тривалістю потрапляють в ту саму зону потужності, характеризуються схожістю біохімічних змін. Хоча специфіка того чи іншого виду спорту може накладати відбиток на біохімічні зміни в організмі, і перш за все на їх глибину.

Циклічні види спорту

Легка атлетика

Найбільш наочне уявлення про біохімічні зрушення в організмі під час виконання вправ різних зон потужності можна отримати при аналізі легкоатлетичного бігу. Жоден інший циклічний вид спорту не має такого широкого діапазону потужності й тривалості вправ і такого високого ступеню їх градації.

Вправи максимальної зони потужності

(Біг на 100 і 200 м)

Через короткочасність роботи при її виконанні в організмі не відбувається значних змін. Основний механізм енергозабезпечення під час бігу на 100м і креатинфосфатного, під час бігу на 200м істотну роль відіграє гліколіз. У м'язах відбувається зниження вмісту креатинфосфату і глікогену, підвищується вміст креатину, неорганічного фосфату, молочної кислоти, підвищується активність ферментів анаеробного обміну. Вихід молочної кислоти з м'язів у кров, що протікає порівняно повільно, відбувається в основному після закінчення роботи. Як правило, після роботи максимальної інтенсивності найвища концентрація в крові молочної кислоти спостерігається на 5-10 хвилині відновного періоду і досягає 100-150мг%. Це пов'язано не тільки з уповільненим виходом молочної кислоти з м'язів в кров, але і з можливістю її утворення після роботи, оскільки ресинтез креатин-фосфату частково відбувається за рахунок гліколізу.

Відбувається збільшення легеневої вентиляції, споживання кисню, частоти серцевих скорочень. Однак жоден із зазначених показників не досягає за час роботи своїх максимальних значень. Протягом декількох секунд після завершення роботи може відбуватися подальше збільшення частоти серцевих скорочень і споживання кисню.

Спожита за час роботи кількість кисню становить 5-10 % від кисневого запиту, який при роботі є максимально інтенсивним, може перевищувати 30 л/хв. Після роботи утворюється значна величина кисневого боргу (95 % від кисневого запиту), що містить алактатну і лактатну фракції. При цьому після бігу на 200 м. величина алактатної фракції наближається до свого максимального для такого піддослідного значення.

Таблиця

Енергетичне забезпечення м'язової діяльності

Вид навантаження	Шляхи ресинтезу АТФ	Субстрат	Кисневий борг, %	Зміст лактату в крові, мг. %
<u>Робота максимальної потужності (до 30с.)</u>				
Стрибок з місця Одноразовий підйом штанги Гімнастичні вправи Спринт та ін.	Креатінкіназна реакція гліколітичне фосфорилування	Креатинфосфат глікоген м'язів	95-97	15-100
<u>Робота субмаксимальної потужності (до 5 хв.)</u>				
Біг на 800 м Плавання на 400 м Велоперегони на короткі дистанції Поєдинок	Креатінкіназна реакція гліколітичне фосфорилування дихальне фосфорилування	Креатинфосфат глікоген м'язів цукор крові глікоген печінки те саме те саме	75-94	до 450

<u>Робота великої потужності (до 40 хв.)</u>				
Біг більше на 800 м. Плавання на 400 м. Вело-і лижні перегони на середні та тривалі дистанції	Креатінкіназна реакція гліколітичні фосфорилування дихальне фосфорилування	Креатинфосфат глікоген м'язів цукор крові глікоген печінки жирні кислоти амінокислоти Молочна кислота	10-50	40-150
<u>Робота помірної потужності (більше 40хв.)</u>				
Спортивна хода Марафонський біг Тренувальні заняття Волейбол Вело-і лижні перегони на наддовгі дистанції	Креатінкіназна реакція гліколітичні фосфорилування дихальне фосфорилування	Креатинфосфат глікоген м'язів цукор крові глікоген печінки жирні кислоти амінокислоти Молочна кислота	До 10	20-40

Відновлення після роботи максимальної інтенсивності протікає порівняно швидко і завершується до 35-40хв. відновного періоду.

Кумулятивні біохімічні зміни в організмі під час тренування вправами максимальної зони потужності полягають в накопиченні в організмі креатинфосфату, глікогену м'язів, підвищення активності ряду ферментів, особливо АТФ-ази, креатинфосфокінази, ферментів гліколізу, підвищення вмісту скорочувальних білків й інших змінах.

Після 30-40-хвилинного відпочинку виконання вправи можна повторювати. Однак у спортивній практиці часто застосовують інтервальний метод, за якого період відпочинку спринтерів поступово скорочується. Це підвищує аеробну здатність організму і його адаптацію до роботи в умовах гіпоксії.

Постійне тренування вправами максимальної потужності сприяє накопиченню в м'язах креатинфосфату, скорочувальних білків і глікогену, підвищує активність АТФ-ази, креатинфосфатази і ферментів гліколізу.

Вправи субмаксимальної зони потужності

(Біг 400, 800, 1000, 1500 м)

Основним механізмом енергозабезпечення є гліколіз, але важливу роль відіграють креатинфосфатні та аеробні процеси. Значимість аеробного механізму підвищується зі збільшенням тривалості роботи (в межах цієї зони потужності). Пробігання дистанцій легкоатлетичного бігу, що належать до субмаксимальної зони потужності, супроводжується підвищенням активності ферментів енергетичного обміну, накопиченням в організмі найбільшої кількості молочної кислоти, концентрація якої в крові може досягати 250 мг% і більше. Частина молочної кислоти зв'язується буферними системами організму, які вичерпують себе при виконанні вправ цієї зони на 50-60%. Відбувається значне зрушення рН внутрішнього середовища в кислу сторону. Так, рН крові у кваліфікованих спортсменів може знижуватися до значення 6,9-7,0.

Накопичення великої кількості молочної кислоти в крові змінює проникність ниркових каналців, внаслідок чого в сечі з'являється білок. У м'язах, і частково в крові, підвищується вміст пірвіноградної кислоти, креатину, фосфорної кислоти.

Безпосередньо в процесі бігу на дистанції, що належать до зони субмаксимальної потужності, відбувається підвищення вмісту цукру в крові. Однак через короткочасність роботи це підвищення не настільки значне.

Легенева вентиляція та споживання кисню під час бігу наближаються до своїх максимальних значень. Близьких до максимальних значень досягає і частота серцевих скорочень (до 200 уд/хв. і вище).

Після бігу на 400-1500м у спортсменів зареєстровані близькі до максимальної для них величини кисневого боргу (90-50%), що містить як алактатну, так і лактатну фракції.

Виконання субмаксимальних навантажень значно підвищує активність обміну речовин в організмі, за якої може настати часткове роз'єднання процесів окисного фосфорилування, що викликає підвищення температури тіла на 1-1,5°C. Це підсилює потовиділення, що супроводжується виведенням з організму частини молочної кислоти, а також фосфатів, вміст яких в крові підвищений.

У зв'язку з тим, що під час бігу на середні дистанції енергозабезпечення організму відбувається анаеробним і аеробним шляхами, в організмі бігунів у процесі роботи в значною мірою використовуються внутрішньом'язові енергетичні субстрати (креатинфосфат, глікоген), а також глікоген печінки. Про це свідчить суттєве підвищення вмісту цукру в крові (до 2,4 г/л), яке на фініші може знижуватися (особливо у малотренованих спортсменів) у результаті передчасного розвитку гальмівних процесів у центральній нервовій системі.

Характерною особливістю навантаження субмаксимальної потужності є наявність «мертвої точки» (раптове зниження працездатності), яка настає під час бігу на 800м - на 60-80с, під час бігу на 1500м - на 2-3хв і може бути подолана вольовим зусиллям спортсменів. За правильної організації тренування, оптимальному розподілі сил на дистанції подібний стан організму може і не настати.

Основною причиною «мертвої точки» є біохімічні порушення в окремих зонах головного мозку, що свідчить про кортикальне походження цієї точки.

Всі біохімічні зміни, що виникають в організмі спортсменів під час бігу на середні дистанції, можуть спостерігатися також під час бігу на такі дистанції з бар'єрами. Тривалість відновного періоду після пробігу середніх дистанцій становить від одного до двох годин.

В процесі тренування спортсменів вправами субмаксимальної потужності особливу увагу слід приділяти вдосконаленню анаеробних шляхів ресинтезу АТФ, а також адаптації спортсменів до значного підвищення кислотності середовища їх організму. Не менш важливо розвивати й аеробні можливості організму. Тому правильна постановка тренувальних занять в цьому виді спорту значно підвищує накопичення в організмі креатинфосфату й глікогену м'язів і печінки, інтенсифікує реакції гліколізу і окисного фосфорилування (шляхом збільшення кількості та підвищення активності ферментів), а також підвищує буферну ємність систем організму.

Вправи великої зони потужності

Біг на 10000м, як і спортивна ходьба, належить до вправ великої зони потужності, які тривають 20-30 хв. Основним механізмом енергозабезпечення є аеробний процес, але роль гліколізу ще велика. Основним джерелом енергії є глікоген м'язів і печінки, вміст якого в процесі роботи істотно знижується. Про інтенсивне витрачання глікогену печінки свідчить підвищення концентрації цукру в крові, але на довгих дистанціях ця концентрація може знижуватися. За більш тривалої роботи на дистанції крім вуглеводів на з енергетичною метою активно використовуються резервні ліпіди, в зв'язку з чим значно підвищується рівень нейтральних ліпідів, а також кетонових тіл, що утворюються при окисленні жирних кислот. Основна кількість енергії дає аеробні процеси, діяльність яких посилюється до максимального рівня. Це забезпечується максимальним збільшенням споживання кисню, яке зберігається у кваліфікованих спортсменів практично протягом всієї роботи, й значним підвищенням

активності ферментів аеробного обміну. В свою чергу, максимальне споживання кисню забезпечується дихальною та серцево-судинною системами (так, частота пульсу досягає 190 уд/хв і більше), а також підвищенням вмісту гемоглобіну в крові за рахунок виходу в кров'яне русло з депо багатою гемоглобіном крові.

Відбувається значне розігрівання організму, температура тіла може підвищитися до 39°C і більше. Це підсилює потовиділення, що супроводжується виносом з організму мінеральних речовин, частини продуктів анаеробного обміну.

Тривалість відновного періоду після бігу на дистанції такої зони потужності становлять від 6-12 год до доби. При цьому ліквідується кисневий борг, усувається надлишок молочної кислоти, відновлюється витрачений енергетичний потенціал організму за рахунок раціонального харчування.

Тренування вправами великої потужності спрямоване, перш за все, на розвиток аеробного і гліколітичного шляхів енергозабезпечення, збільшення кисневої ємності крові та м'язів, підвищення рівню легко мобілізуємих джерел енергії (глікогену печінки і м'язів, внутрішньом'язових резервних ліпідів) і активності ферментів. Істотна зміна при цьому відбувається в серцево-судинній системі: збільшуються розміри серця, зростає кількість кровоносних капілярів у м'язах, що сприяє більш успішному виконанню специфічної для бігунів роботи.

Вправи помірної зони потужності

Біг на (15, 20, 30 км і 42195м) є роботою помірної потужності, яка, на відміну від колишніх видів легкоатлетичного бігу, виконується в умовах стійкої рівноваги між кисневою потребою організму і споживанням кисню. Витрата енергії в одиницю часу під час бігу на ці дистанції порівняно невисока, проте загальні енерговитрати великі і можуть досягати 2000ккал і

більше. Основний механізм енергозабезпечення аеробний. Анаеробні процеси можуть відігравати певну роль лише при стартовому розгоні, ривках на дистанції і на фініші.

Анаеробні зсуви в організмі, як правило, бувають незначними, величина кисневого боргу, що утворюється після такої роботи, невелика. Тому підвищення рівню молочної кислоти в крові спортсменів порівняно невелике і становить 0,2-0,7г/л. Основна кількість молочної кислоти утворюється в початковій фазі роботи і в процесі подальшого виконання навантаження піддається інтенсивному окисленню, в зв'язку з чим на фініші зміст молочної кислоти в крові спортсменів може знижуватися до вихідного рівня. Робота в зоні помірної потужності відбувається в істинному стійкому стані, тобто аеробні процеси, що відбуваються за рахунок кисню, повністю задовольняють енергетичні потреби роботи. Рівень поточного O_2 – споживання на дистанціях помірної зони потужності нижче максимального для спортсмена рівня.

Як джерело енергії використовуються вуглеводи і ліпіди, вміст яких до кінця роботи помітно знижується. Концентрація цукру в крові на початку роботи підвищується, але потім, разом з вичерпанням вуглеводневих ресурсів печінки, знижується. До 40-50 хвилини роботи вміст цукру в крові повертається до рівня спокою, якщо робота відбувається довше цього періоду, може знизитися нижче рівня. При високому емоційному збудженні в організмі більш тренуваних спортсменів спостерігається ще більш виражене зниження рівня цукру. Така значна гіпоглікемія негативно позначається на функціонуванні нервової системи і може супроводжуватися появою непритомного стану. Причиною гіпоглікемічного стану є не повне зникнення вуглеводних запасів, а розвиток охоронного гальмування центральної нервової системи і зниження секреції гормонів наднирковиками, що супроводжується різким пригніченням процесів розщеплення залишків глікогену в організмі до глюкози. Стимуляція

розпаду глікогену введенням в організм адреналіну, без прийому їжі, може підвищити понижений рівень цукру в крові до норми.

Попередити таку «фінішну» гіпоглікемію можна правильною організацією основного харчування (за 2,5-3 год. до старту) і додатковим харчуванням (розчин «спортивного напою») спортсменів на дистанції. З використанням ліпідів у якості джерела енергії пов'язано підвищення вмісту в проміжних продуктів ліпідного обміну: вільних жирних кислот, ацетооцтової кислоти, β - оксимаєляної кислоти, ацетону.

Висока інтенсивність обміну речовин в організмі спортсменів, що виконують роботу помірної потужності, підвищує температуру тіла до $39,5^{\circ}\text{C}$ і супроводжується великими втратами води та мінеральних речовин. Останнє є однією з важливих причин стомлення під час бігу на довгі і наддовгі дистанції. Тому бігуни на довгі і наддовгі дистанції і представники інших видів спорту, що належать до цієї зони потужності, потребують підвищеного споживання солей Na, K, фосфорної кислоти і деяких інших мінеральних речовин.

Під час тривалої роботи відбуваються істотні зміни в білковому обміні: знижується вміст структурних білків, ферментів, хромопротеїдів (гемоглобіну, міоглобіну), нуклеопроїдів та ін. Причина цьому - неузгодженість процесів розпаду і синтезу білка. Перші при роботі не тільки тривають, але і посилюються внаслідок високої інтенсивності обміну речовин, велике функціональне навантаження, що лягає при роботі на структурні та інші білки, другі, що вимагають для свого протікання енергії АТФ, при роботі припиняються через дефіцит АТФ, використовуваного при процесах енергетичного забезпечення роботи.

Під час бігу на довгі дистанції можуть відбуватися істотні зміни гормональної діяльності (знижується продукція гормонів), що призводить до зниження вмісту їх у крові. Особливо важко подолання наддовгих дистанцій позначається на організмі, що росте, тому цей вид вправ не

рекомендується для юних спортсменів. Відновлювальний період після бігу на довгі і наддовгі дистанції триває до 3 і більше діб.

Кумулятивні біохімічні зміни під час тренувань на дистанціях зони помірної потужності забезпечують переважно підвищення можливостей аеробного механізму перетворення енергії. Як правило, вони більш виражені, ніж у бігунів на дистанції зони великої потужності. Особливо істотно збільшується вміст глікогену в печінці, , які легко мобілізуються, міоглобіну в м'язах, кількість мітохондрій і ферментів аеробного обміну. Помітно збільшуються розміри серця, кількість м'язових капілярів, поліпшується регуляція діяльності серцево-судинної і дихальної систем.

Біохімічні зміни під час вправ інших циклічних видів спорту принципово не відрізняються від змін під час легкоатлетичного бігу на дистанціях відповідних зон потужності. Однак, специфіка виду спорту може накладати на ці зміни відбиток, впливаючи, головним чином, на глибину зрушень.

Плавання

Основні дистанції спортивного плавання (25, 50, 100, 200, 400, 1000, 1500 м і понад 1500м) належать до максимальної, субмаксимальної, великої і помірної зон потужності. За своїм характером біохімічні зміни в організмі плавців подібні зі змінами, що відбуваються при виконанні відповідних за тривалістю бігових вправ. Особливості біохімічних змін під час плавання пов'язані, перш за все, з водним середовищем. Крім енерговитрат, які забезпечують виконання роботи, плавання характеризується великими тепловтратами, викликаними високою теплопровідністю води, яка приблизно в чотири рази перевищує теплопровідність повітря, це обумовлює більш істотне витрачання енергетичних субстратів у плавців. Одне тільки перебування у воді збільшує потребу організму в кисні на 35-55% і підвищує тепловіддачу тіла більш ніж в 4 рази. Все це значно посилює

обмін речовин, і, таким чином, викликає відповідні біохімічні зміни в організмі.

Додатковий вплив на організм водного середовища, а також відсутність потовиділення при виконанні навантаження в воді значно збільшують вплив плавання на біохімічний стан організму спортсменів. Виконання ними будь-якої фізичної вправи у воді супроводжується більш високими показниками кисневого боргу, використання енергетичних джерел, вмісту продуктів гліколізу і окисного фосфорилування.

Під час плавання на короткі дистанції в зв'язку з високим кисневим боргом зміст молочної кислоти в крові значно збільшується і її лужний резерв зменшується (на 45-60%). Відсутність потовиділення під час роботи в воді супроводжується меншою втратою маси тіла плавців і значним підвищенням концентрації молочної кислоти й аміаку в сечі.

Плавання на середні і довгі дистанції характеризується менш вираженими біохімічними змінами. При цьому в крові плавців знижується вміст цукру і фосфоліпідів, у меншій кількості накопичується молочна кислота, що несе незначні зміни її буферних властивостей. У зв'язку з великими енерговитратами в організмі плавців активно використовуються ліпіди, а силовий характер плавання істотно впливає на обмін білків, що значно підвищує вміст в крові і сечі спортсменів проміжних продуктів обміну цих речовин

Таким чином, величина біохімічних зрушень в організмі плавців залежить від тривалості їх роботи на дистанції та може також залежати від способу плавання і температури води. Більш швидкі способи плавання (кроль), як і зниження температури води, супроводжуються більш глибокими біохімічними зрушеннями в організмі спортсмена.

Гребний спорт

Залежно від типу човнів розрізняють академічну, народну греблю, а також греблю на байдарках каное. Вправи у веслуванні спортсмени виконують на основних (1000 і 2000м в академічному і народному веслуванні; 500 і 1000м у веслуванні на байдарках) і довгих (4, 5, 10, 25-30км в академічному веслуванні; 10км у веслуванні на байдарках) дистанціях.

Гребля на основні дистанції характеризується як робота субмаксимальної потужності, виконання якої викликає підвищення в організмі веслярів рівня молочної (до 0,8-1,2 г/л) і піровиноградної (до 0,01-0,02 г/л) кислот, значна частина яких у процесі роботи виділяється з потом і сечею. Кисневий борг при цьому становить близько 50%. Під час змагань під впливом емоційного фактора вміст цукру в крові підвищується до 1,2-1,6 г/л, під час тренувальних занять він може опускатися нижче норми.

Величина біохімічних змін в організмі веслярів на основних дистанціях великою мірою залежить від застосовуваних засобів і методів роботи, а також від ступеня тренуваності спортсменів. Значно підвищує працездатність веслярів вироблення в їх організмі анаеробних і аеробних процесів за допомогою спеціальних вправ, характерних для інших видів спорту, а також шляхом цілорічного тренування у веслуванні.

Гребля на довгі дистанції є роботою великої та помірної потужності, виконання якої здійснюється в основному в умовах стійкого стану. При цьому вміст молочної кислоти і величина кисневого боргу підвищуються несуттєво. Зі збільшенням дистанції (більше 10км) настає охоронне гальмування центральної нервової системи, за якого різко знижується вміст цукру в крові, що вимагає додаткового харчування спортсменів на дистанції.

Під час веслування на довгих дистанціях наявність тривалої силової напруги викликає суттєві зміни в обміні білків в організмі веслярів і поява в крові та сечі продуктів білкового розпаду.

Величина біохімічних змін в організмі на довгих дистанціях в значною мірою визначається станом води і погоди. При високій хвилі і сильному зустрічному вітрі біохімічні зрушення будуть значно більш вираженими.

Постійне тренування в гребному спорті сприяє накопиченню в організмі енергетичних ресурсів, підвищення активності ферментів енергетичного обміну, збільшення вмісту гемоглобіну в крові і міоглобіну м'язів, а також розвитку позитивних змін серцево-судинної системи, підвищення буферних резервів в організмі.

Лижний спорт

Цей спорт включає біг на різні дистанції (1 5, 30 і 50км для чоловіків; 5 і 10 км для жінок) і вправи (перегони, біатлон, швидкісний спуск, слалом і стрибки з трампліну), які характеризуються різною потужністю.

Дистанції лижних перегонів належать до вправ помірної інтенсивності. Головним механізмом енергозабезпечення є аеробний процес. В цілому робота відбувається в істинно стійкому стані. Однак при подоланні підйомів, яких, як правило, багато на дистанціях лижних перегонів, при поганому ковзанні величезне значення має гліколіз. При цьому утворюються значна кількість молочної кислоти, яка на наступних рівнинних ділянках траси або спусках може ліквідуватися з організму. Частина її окислюється до CO_2 і H_2O (переважно в м'язі серця), частина ресинтезується в печінці в глікоген, усувається з потом і сечею.

Лижні гонки, особливо на довгі дистанції, вимагають великої кількості енергії, яка іноді становить 12600 кДж і більше. Такі великі енергетичні витрати пов'язані не тільки з роботою, але і з тепловтратами організму в умовах низької температури, що значно виснажує запаси вуглеводів і ліпідів.

Вміст цукру в крові лижників (крім тих, які легко загальмовуються під час перегонів на короткі дистанції найчастіше підвищується, на довгі (30 км

і більше) – знижується (тому при тривалих навантаженнях лижникам рекомендується додаткове харчування на трасі). Аналогічно змінюється вміст у крові ліпідів і фосфоліпідів.

Тривала м'язова діяльність лижників супроводжується великими втратами структурних білків м'язів, ферментів, хромопротеїдів, у зв'язку з чим концентрація білка в сечі досягає 4-10%. Подібна картина спостерігається в організмі стрибунів з трампліну. Отже, основною причиною значних втрат білка є сильне емоційне напруження лижників, що супроводжується різкою зміною білкового складу крові та функціонування нирок.

При більш тривалій роботі лижників в їх організмі відбуваються зміни азотистого балансу в зв'язку з інтенсивним розпадом азотовмісних сполук і виділенням їх кінцевих продуктів у вигляді сечовини, аміаку, креатину. Крім того, організм втрачає багато води (з сечею і потом), з якою виводиться велика кількість ферментів, хлоридів, йонів натрію, калію, в зв'язку з чим маса тіла спортсменів зменшується на 5 кг і більше.

Величина O_2 - боргу мало залежить від довжини дистанції, більше – від кваліфікації гонщика і становить в середньому 3-15% від кисневого запиту (близько 9л). Були випадки, коли кваліфікований гонщик закінчував дистанцію з великим O_2 - боргом.

Тренування лижними гонками розвиває в організмі насамперед аеробні окисні процеси. Однак при більш повній підготовці лижників до умов змагань, необхідно розвивати анаеробний ресинтез АТФ в організмі шляхом включення в тренувальні заняття легкоатлетичного бігу на короткі і середні дистанції і лижних гонок пересічною місцевістю.

Велосипедний спорт

Велосипедний спорт включає в себе перегони на короткі (від 200м до 5км), а також довгі і наддовгі (до 50км і більше) дистанції і багатоденні (щодня по 150-200км) велогонки.

Гонки на короткі дистанції характеризуються як робота максимальної (200м) і субмаксимальної (1-5км) потужності. При виконанні роботи максимальної потужності енергозабезпечення організму велогонщиків відбувається в основному аеробним шляхом, що обумовлено високою інтенсивністю м'язової діяльності з усіма її біохімічними і фізіологічними наслідками, а також статичним станом велосипедиста, який фіксує грудну клітину і м'язи пояса, ніж значно ускладнює процес дихання. У зв'язку з цим відновлення енергії в організмі забезпечується за рахунок креатинфосфату і активно протікають реакції гліколізу, що супроводжується високим вмістом в крові молочної кислоти (1,5-2,0г/л) і зменшенням резервної лужності крові. Висока емоційна напруга спортсменів при виконанні цього виду вправ (особливо в перегонах на 200м) сприяє збільшенню рівню цукру в крові.

Робота на дистанціях 1-5км є навантаження субмаксимальної потужності, яка за біохімічними характеристиками може бути порівняна з легкоатлетичним бігом на середні дистанції.

Велосипедні гонки на шосе на довгі і наддовгі дистанції характеризуються як робота великий і помірної потужності. Такі перегони проводяться на трасах з різним рельєфом, що наближає їх до видів спорту, в яких рух має ситуаційний характер. Однак за біохімічними змінами в організмі цей вид вправ аналогічний бігу на довгі і наддовгі дистанції.

Шосейні велогонки на цих дистанціях виконуються в умовах стійкого стану організму, який порушується на ділянках підйому, при різного роду прискореннях, разом з чим змінюється і характер біохімічних зрушень.

Напружена діяльність спортсменів-велосипедистів на довгих і наддовгих дистанціях супроводжується виділенням із сечею значної кількості молочної кислоти, а також різних недоокиснених продуктів обміну речовин. Вміст цукру в крові при цьому залишається постійним або зменшується, у зв'язку з чим необхідно додаткове харчування спортсменів на дистанції.

При виконанні цього виду вправ в організмі крім вуглеводів активно використовуються резервні ліпіди й азотовмісні сполуки, що значно підвищує концентрацію в сечі продуктів обміну цих речовин. В процесі роботи організм велогонщиків втрачає велику кількість води, фосфатів, хлоридів, що сприяє зменшенню маси тіла на 1,5-2,5 кг.

Дуже істотні біохімічні зрушення відбуваються в організмі велосипедистів, які беруть участь в багатоденних перегонах. Щоденні великі витрати енергетичних субстратів, води, мінеральних речовин, зрушення в білковому обміні, що призводять до зниження структурних білків, білків-ферментів, гемоглобіну, міоглобіну та інших білків, накопичуються з кожним днем. Це призводить до значної втрати ваги спортсмена до кінця багатоденної гонки. Харчування спортсмена, учасника багатоденної гонки має включати, поряд з вуглеводами і ліпідами, легко засвоювані білки (переважно у вигляді бульйонів, препаратів, що містять білковий гідролізат), підвищені кількості мінеральних речовин, особливо солей натрію, калію, фосфорної кислоти, вітамінів.

У зв'язку з великими втратами організмом велосипедиста енергетичних ресурсів, структурних і біологічно активних сполук відновний період має тривати не менше 42 год після подолання кожного 100-кілометрового відрізка.

Біохімічні зміни, що відбуваються в організмі спортсменів при заняттях різними видами спорту, істотно залежать від їх кваліфікації. Особливо чітко це проявляється в циклічних видах спорту. Кваліфікація спортсмена в першу чергу впливає на глибину біохімічних зрушень, які

відбуваються під час роботи. Більш треновані спортсмени – представники циклічних видів спорту – виконують роботу більшої інтенсивності (долають дистанцію за менший час). Це й визначає більш значні зрушення у них під час роботи.

Ациклічні види спорту

Спортивні ігри

(Футбол, баскетбол, волейбол, хокей, бадмінтон, теніс та ін.)

Спортивні ігри являють собою роботу змінної інтенсивності. Періоди напруженої м'язової роботи, забезпечується енергією переважно за рахунок анаеробних процесів, чергуються з відносно спокійними етапами, коли можливості аеробного енергозабезпечення повністю покривають енергетичні потреби організму і відбувається ліквідація продуктів анаеробного обміну. У зв'язку з цим спортсменам-ігровикам необхідно мати досить високий рівень розвитку всіх трьох механізмів енергозабезпечення: алактатним, лактатним – анаеробним і аеробним. Алактатний анаеробний механізм забезпечує енергією стрибки, швидкі короткі «спрути». Лактатний анаеробний – більш тривалі періоди напруженої роботи. Рівень розвитку аеробного процесу визначає загальну працездатність спортсмена, його здатність швидко відновлюватися. Біохімічні виміри під час спортивної гри визначаються тим, якою мірою кожен з трьох перерахованих механізмів перетворення енергії втягується в енергетичне забезпечення роботи, тобто характером гри. Певний виняток становлять волейбол і хокей з шайбою. Для волейболіста найбільш важливі алактатний анаеробний механізм, що забезпечує енергією численні вистрибування, й аеробний, що забезпечує швидке відновлення запасів креатин фосфату і загальний рівень функціональної активності в роботі.

У хокеїстів, у яких гра складається з порівняно короткочасних періодів дуже високої активності, розділених періодами відпочинку (3-5хв) анаеробні можливості (алактатний і лактатний) мають дуже велике значення. Кожен вихід хокеїста в процесі гри на лід призводить до накопичення в організмі великої кількості продуктів анаеробного метаболізму. Частина їх встигає усунутися за час відпочинку хокеїста на лаві запасних. Однак в цілому протягом ігрового періоду відбувається поглиблення зрушень. Велике значення для швидкості усунення продуктів анаеробного обміну має рівень розвитку аеробних можливостей.

Характерною особливістю всіх спортивних ігор є більш високий, ніж при заняттях іншими видами спорту, вміст цукру в крові, який утримується на високому рівні порівняно тривалий час. Це пов'язане з великою емоційною напругою спортсменів-ігровиків, що призводить до посилення продукції адреналіну, впливає на розщеплення глікогену в печінці і появу підвищених кількостей глюкози в крові.

Поряд з підвищенням вмісту цукру і молочної кислоти в крові гравців спортивні ігри викликають зміни в обміні білків, що знаходить своє вираження в підвищеному виділенні з сечею сечовини.

Найбільш сильні біохімічні зрушення в організмі спортсменів, а разом з ними і зменшення маси тіла на 2-5кг відзначаються під час гри в футбол і хокей з шайбою. Трохи менш виражені біохімічні зміни під час гри в баскетбол і волейбол.

Гімнастика

(Спортивна та художня)

Належить до нециклічних, але найбільш універсальних видів спорту, гармонійно розвиває всі м'язи тіла спортсменів. Постійне заняття спортивною гімнастикою розвиває силу й еластичність м'язів, швидкісно-силові якості, гнучкість і координацію пересування в просторі. Тривалість

виконання гімнастичних вправ невелика, тому їх слід розглядати як роботу максимальної і субмаксимальної потужності. У зв'язку з тим, що періоди відпочинку між роботою гімнастів в окремих вправах тривалі, біохімічні зміни в їх організмі незначні.

Енергозабезпечення організму в процесі виконання гімнастичних вправ відбувається в основному за рахунок креатинфосфату. Однак під час більш потужної діяльності гімнастів (махи на коні, кільце) до енергетичного забезпечення залучаються анаеробні реакції гліколізу, підвищується інтенсивність обміну білків, що супроводжуються збільшенням в крові вмісту молочної кислоти і сечовини. Величина біохімічних зрушень в організмі залежить від складності програми, а також від майстерності гімнастів. Зміни біохімічного складу організму, що настали в період роботи, в значною мірою усуваються під час перерв аеробними процесами.

При постійних тренуваннях гімнастичними вправами анаеробні і аеробні можливості організму спортсменів розвинені недостатньо, що є причиною їх низької витривалості. Тому з метою підвищення загальної працездатності організму слід в тренувальні заняття гімнастів включати фізичні вправи, спрямовані на вироблення анаеробних можливостей і витривалості організму до тривалої роботи .

Спортивні єдиноборства

(Важка атлетика, боротьба, бокс, фехтування)

Характеризуються різною силовою напругою й енерговитратами, залежними від величини вантажу, що піднімається, а також від динамічності сутички, і супроводжуються різноманітними біохімічними змінами в організмі спортсменів.

Важка атлетика – це короточасні вправи силового типу динамічного характеру, постійне заняття якими викликає біохімічні зміни в організмі. Величина цих змін залежить від маси вантажу який піднімається штангістами, а також від способу його підняття (ривок, поштовх).

Виконання кожної важкоатлетичної вправи супроводжується сильною напругою організму, затримкою дихання і погіршенням кровообігу, що створює анаеробні умови. У зв'язку з цим енергозабезпечення організму штангістів під час їх роботи відбувається переважно за рахунок креатинфосфату і частково шляхом гліколітичного ресинтезу АТФ. Тому показник кисневого боргу (70-80%) і вміст молочної кислоти в крові штангістів (0,4-0,6г/л) підвищуються несуттєво. Однак різке використання великої кількості енергії в організмі призводить до значного виділення молочної кислоти і фосфатів з сечею.

Величина біохімічних змін в організмі перебуває в прямій залежності від маси штанги, способу її підняття, кількості підходів спортсменів і тривалості інтервалів відпочинку між ними. Відновлення енергетичних ресурсів в організмі штангістів відбувається під час перерв і після закінчення роботи за рахунок аеробних окислювальних реакцій.

Тренування спортсменів силовими вправами сприяє збільшенню м'язової маси, підвищенню в м'язах вмісту глікогену, креатинфосфату, фосфоліпідів і розвиває силу, проте така рухова якість як витривалість до тривалої роботи при цьому зовсім не розвивається. Тому для всебічної підготовки важкоатлетів необхідно проводити їхнє силове тренування в більш швидкому темпі, що розвиває швидкість і витривалість, або додатково застосовувати специфічні вправи для розвитку всіх основних якостей рухової діяльності.

Боротьба у всіх своїх видах (класична, вільна, самбо, дзюдо та ін.) є роботою змінної потужності, яка супроводжується максимальною напругою різних м'язових груп організму спортсменів.

Під час роботи в організмі борців спостерігаються швидкоплинні біохімічні зрушення, що виникають у зв'язку з частим чергуванням анаеробних процесів, величина і тривалість яких повністю залежать від характеру поєдинку і його динамічності. У зв'язку з цим боротьбі неможливо дати певну біохімічну характеристику. Однак встановлено, що після закінчення сутички в крові борців може підвищуватися рівень молочної кислоти (до 1,0г/л), що свідчить про інтенсивність протікання реакцій гліколізу, а також сприяння вмісту цукру (до 1,5-1,8 г/л) внаслідок високої емоційної напруги.

Після закінчення боротьби в сечі відзначається підвищення концентрації фосфатів, молочної кислоти, а іноді й білка. Посилене виділення поту під час роботи призводить до великих втрат організмом води, мінеральних солей і зниження маси тіла.

Бокс відноситься до швидкоісно-силових, динамічних вправ змінної потужності. У деяких періодах (раундах) робота боксерів може досягати дуже великої потужності. Тому поєдинок супроводжується значним кисневим боргом і анаеробним енергозабезпеченням організму.

Ресинтез витраченої енергії і зменшення КД відбувається за час коротких перерв, проте повністю витрачена енергія і кисневий борг не відновлюються. Тому в наступних раундах сумарна кількість недоокиснених продуктів анаеробних реакцій і рівень кисневого боргу зростають, що поступово зменшує працездатність спортсменів. Для боксерів у передстартовий період, а також під час сутички характерно дуже сильне емоційне збудження, що викликає збільшення вмісту цукру в крові до 1,9 г/л. У періоди дуже напруженої боротьби у боксерів може змінюватися білковий склад крові. Після закінчення змагань із сечею виділяється підвищена кількість молочної кислоти, цукру, білка.

Відновлення організму боксерів після змагань у зв'язку із сильним емоційним напруженням протікає дещо повільніше, ніж після тренувальних занять.

Постійне заняття боксом розвиває силу, швидкість, специфічну витривалість.

Фехтування як вид циклічних вправ характеризується складною координацією рухів, швидкістю і точністю дії спортсменів.

Динамічна швидкісна робота м'язів (тулуба, верхніх і нижніх кінцівок) фехтувальників здійснюється переважно в анаеробних умовах. Тому під час поєдинку в їх організмі використовуються в основному анаеробні можливості, що супроводжуються деяким збільшенням вмісту молочної кислоти і зменшенням лужного резерву крові. У більш тренованому організмі величина цих зрушень дещо менше виражена.

БІОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОЗМИНКИ. БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ В ПЕРЕДСТАРТОВИЙ СТАН

Біохімічні зміни відбуваються в організмі не тільки в процесі безпосереднього виконання роботи, а й до її початку – в передстартовому стані. Передстартові зміни носять умовно-рефлекторний характер. Провідна роль у їх появі належить симпато-адреналовій системі. У передстартовому стані відбувається посилення діяльності ряду залоз внутрішньої секреції, зокрема, наднирників. Особливо посилюється утворення адреналіну. Під його впливом активізуються процеси розщеплення глікогену в печінці, мобілізація депонованого жиру, підвищується активність ферментів, зокрема ферментів енергетичного обміну. В крові підвищується вміст енергетичних субстратів: глюкози, вільних жирних кислот, кетонових тіл. Посилюється діяльність серцево-судинної та дихальної систем, підвищується вміст гемоглобіну в крові за рахунок виходу з депо багатьох еритроцитами крові. Все це забезпечує збільшення споживання організмом кисню, підвищує кисневу ємність крові, покращує забезпечення тканин киснем та енергетичними субстратами.

Адреналін стимулює також вільне окислення в тканинах (не пов'язане з ресинтезом АТФ), що приводить до вивільнення енергії у вигляді тепла. Це викликає підвищення температури м'язів (і організму в цілому), що збільшує їх еластичність й інші властивості, що забезпечують більш ефективно виконання роботи.

Передстартові зміни в організмі перебувають у відповідності з майбутньою роботою і відповідають їм за характером і глибиною. Що важча майбутня робота, то глибші біохімічні зрушення в передстартовому стані. Рівень передстартових реакцій організму залежить від віку і статі спортсменів. Більш значні передстартові зміни спостерігаються в організмі підлітків і жінок, у зв'язку з чим їм не рекомендується виконувати роботу з високою емоційною напругою.

Крім того, величина передстартових змін може залежати від рівня підготовленості спортсмена, типу його нервової діяльності, а також від особливостей проведення змагань. У новачків перед стартом біохімічні зміни в організмі менш виражені, ніж у досвідчених спортсменів. Це пов'язано з виробленням умовних рефлексів на біохімічні зрушення в організмі відбувається не відразу і цілком залежить від спортивного стажу спортсмена в певному виді спорту. Однак це не означає, що в новачків перед стартом не спостерігається посилений газообмін, підвищення рівня цукру, молочної кислоти в крові й інші зміни. Навпаки, такі зрушення у них можуть бути значно вище, ніж у досвідчених спортсменів, але в основному є неспецифічними, оскільки викликані надмірним хвилюванням, страхом і т.д. Інша, менша частина цих змін буде специфічною, що сталася внаслідок умовно-рефлекторної діяльності центральної нервової системи.

Виходячи з вищевикладеного, передстартовий стан слід розуміти як цілком сформовану сукупність біохімічних змін в організмі людини, вироблену в процесі постійного тренування певним видом фізичних вправ і приводить до формування умовних рефлексів на виконувану роботу. Тому

всі передстартові біохімічні зміни в організмі виникають внаслідок кори головного мозку, яка регулює дії.

Величина передстартових біохімічних змін в організмі залежить також від ступеня збудження центральної нервової системи. Надмірне, так само як і недостатнє, нервове збудження перед навантаженням не може забезпечити утворення рухової навички в корі головного мозку і тим самим – нормальної працездатності організму.

Передстартові зміни в організмі, особливо відповідні майбутню роботу, слід розглядати як явища позитивні. Вони готують організм до майбутньої роботи. При недостатньо виражених передстартових зрушеннях, організм виявляється погано підготовленим до роботи. Надмірні зрушення і, особливо ті, що виникають рано, можуть призвести до виснаження залоз внутрішньої секреції, перевитрати енергетичних субстратів і інших змін, результатом яких може бути зниження працездатності і спортивного результату.

Уміло виконана розминка може надати нормалізуючий вплив на передстартові зрушення в організмі. При недостатньо глибоких зрушеннях енергійно виконана розминка сприятиме поглибленню біохімічних змін, приведенню в більшу відповідність з майбутньою роботою. Навпаки, при надмірно глибоких зрушеннях розминка має бути помірної інтенсивності, більш спокійною. Це забезпечить згладжування передстартових біохімічних змін в організмі і допоможе запобігти потенційно негативному впливу надмірної реакції.

ВПЛИВ СЕРЕДНЬОГІР'Я НА БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ У СПОРТСМЕНІВ НА ТРЕНУВАННЯХ І ЗМАГАННЯХ

Гори прийнято ділити на три категорії: низькогір'я – до 1000м над рівнем моря, середньогір'я – від 1000 до 3000м над рівнем моря, високогір'я понад 3000м над рівнем моря.

Хоча специфічні особливості гірського клімату проявляються вже починаючи з висоти 500м над рівнем моря, найбільший інтерес для спортивної практики представляє саме середньогір'я. На висоті понад 3000м працездатність падає настільки суттєво, що тренуватися і виступати в змаганнях практично неможливо. На висоті, що не перевищує 1000-1500м вплив особливостей гірського клімату виражений слабо.

Основними особливостями гірського клімату, що впливають на людину на висоті, є:

1. знижений парціальний тиск O_2 ;
2. розріджена атмосфера, яка веде до «вимивання» з організму CO_2 ;
3. підвищена сухість повітря.

В атмосферному повітрі міститься приблизно 21% кисню. При звичайному атмосферному тиску (760 мм рт. ст.) на частку його доводиться близько 160 мм рт. ст. (парціальний тиск кисню – pO_2). При такому парціальному тиску підвищується насичення гемоглобіну (Нв) киснем, приблизно 96% гемоглобіну, який проходить через легені насичується киснем.

На висоті тиск падає, знижується і парціальний тиск кисню, що, в свою чергу, призводить до зниження насичення гемоглобіну киснем. Залежність між Парціальним тиском кисню і насиченням гемоглобіну має складний характер. Спочатку зниження pO_2 не супроводжується різким падінням насичення гемоглобіну киснем. При зниженні pO_2 на половину ще приблизно 80% гемоглобіну виявляється насиченим киснем. На висоті 2000м над рівнем моря парціальний тиск O_2 становить близько 120 мм рт.ст.

При цьому дещо знижується і насичення крові киснем. В умовах звичайної діяльності здорова людина, а тим більше спортсмен, цього практично не помічає. Але при напруженій м'язовій роботі менше насичення крові киснем стає відчутним: знижується кількість кисню, що надходить до працюючих м'язів, результатом чого є зниження аеробних можливостей, падає працездатність, в першу чергу, у вправах, в яких частка аеробного енергозабезпечення становить значний відсоток.

Зниження аеробних можливостей в середньогір'ї призводить до того, що роль анаеробних механізмів енергозабезпечення при будь-яких видах напруженої роботи підвищується.

Анаеробні можливості в умовах середньогір'я практично не знижуються. Спортивні результати у вправах переважно анаеробного – також. До таких видів робіт належать, зокрема, вправи циклічних видів спорту тривалістю до 1хв.

Розряджена атмосфера гірської місцевості сприяє «вимиванню» з організму CO_2 , що знижує концентрацію його в крові (гіпокапнія), призводить до зрушення кислотно-лужної рівноваги організму в лужну сторону. Відбувається збільшення резервної лужності організму, що в свою чергу, сприяє підвищенню лактатних анаеробних можливостей.

Деякому збільшенню анаеробних можливостей в гірській місцевості сприяють і особливості діяльності в цих умовах залоз внутрішньої секреції. На висоті, зокрема, слабшає діяльність щитоподібної залози. Зменшення продукції тироксину викликає зниження чутливості головного мозку до зниженого парціального тиску кисню, продуктів анаеробного обміну.

Сухе гірське повітря підвищує втрати організмом вологи через дихання і потовидалення, в результаті значно підвищується потреба в воді.

Адаптація організму спортсмена при тренуванні до середньогір'я полягає, з одного боку, в посиленні діяльності органів і систем, відповідальних за споживання, транспорт та використання кисню в організмі; з іншого – відбувається збільшення анаеробних можливостей, що

компенсують недостатнє надходження кисню в організм. Зміни відбуваються як на рівні організму, так і на рівні клітини. На рівні організму відбувається посилення діяльності серцево-судинної і дихальної систем, покращується регуляція їхньої діяльності. Відбувається зростання кількості еритроцитів у крові, що збільшує дихальну поверхню крові. Підвищується концентрація гемоглобіну. У крові збільшується кількість новостворених «молодих» еритроцитів-ретикулоцитів. У м'язах підвищується вміст міоглобіну, збільшується кількість мітохондрій, кількість і активність ферментів аеробного обміну.

Підвищення ролі анаеробних реакцій при роботі в умовах середньогір'я призводить до збільшення анаеробних можливостей. В основі цього збільшення лежить покращення в м'язах концентрації креатинфосфату, глікогену, кількості й активності ферментів гліколізу, підвищення буферних можливостей організму, збільшення резервної лужності і деякі інші зміни.

Зазначені зміни відбуваються вже при простому перебуванні на висоті, особливо в осіб малотренованих. Однак в цьому випадку зміни слабо виражені. Спортивне тренування в гірській місцевості значно посилює адаптаційні зміни.

Наступ адаптаційних змін забезпечується посиленням процесів синтезу білка (білків, ферментів, структурних білків, хромопротеїдів – гемоглобіну, міоглобіну, цитохромів і т.д.). Посилення білкового синтезу при тренуванні в горах істотно підвищує потребу організму спортсмена в білках. Посилений синтез хромопротеїдів, що містять в своєму складі йони заліза, викликає збільшення потреби організму в цьому елементі. Підвищується також потреба у вітамінах, особливо групи В і РР, які беруть участь в побудові небілкової частини ряду ферментів енергетичного обміну.

Перші помітні ознаки акліматизації виявляються через 12-14 днів тренування в горах. Швидкість адаптаційних змін при тривалому перебуванні в горах поступово знижується. Через 2-3 місяці тренування в

середньогір'ї швидкість цих змін стає дуже низькою. Цей термін слід розглядати як найбільший при організації тренувальних зборів в середньогір'ї.

Таким чином, тренування в умовах середньогір'я викликає в організмі цілий ряд біохімічних і регуляторних змін, що призводять до підвищення як аеробних, так і анаеробних можливостей. Після спуску на рівнину це забезпечує підвищення як загальної, так і спеціальної працездатності, перш за все в видах спорту, в яких спортивний результат визначається рівнем розвитку механізмів енергозабезпечення.

Зміни, що відбуваються в організмі, при тренуванні в середньогір'ї після спуску на рівень моря зберігаються протягом 1,5 і більше місяців.

Запитання до заняття

1. Що лежить в основі подібності «термінових» і «кумулятивних» біохімічних змін при заняттях різними циклічними видами спорту, що відносяться до однієї зони потужності?
2. Біохімічна характеристика циклічних видів спорту.
3. Особливості біохімічних змін в організмі спортсменів при виконанні циклічних вправ різної відносної потужності.
4. Біохімічні зміни при заняттях ациклічними видами спорту.
5. Особливості біохімічних змін в організмі спортсменів при змагальних навантаженнях, пов'язаних з великим емоційним напруженням.
6. Наведіть приклади впливу специфічних особливостей виду спорту на біохімічні зміни в організмі при роботі.
7. Охарактеризуйте «термінові» і «кумулятивні» біохімічні зміни, що виникають в організмі при заняттях обраного вами виду спорту.
8. Які зміни відбуваються в крові і м'язах спортсменів?

БІОХІМІЧНІ ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДИКИ ЗАНЯТЬ ФІЗИЧНОЮ КУЛЬТУРОЮ І СПОРТОМ З ОСОБАМИ РІЗНОГО ВІКУ І СТАТІ

Мета заняття: вивчити біохімічні особливості зростаючого і старіючого організму людини й дати біохімічне обґрунтування методики занять фізичними вправами і спортом з особами різного віку.

Для правильної побудови занять фізичними вправами і спортом з особами різного віку необхідно знати особливості організму людини в різні вікові періоди.

В організмі, що росте інтенсивність білкового синтезу й інших біологічних синтезів значно вища, ніж у дорослих, тому й енергетичні витрати у них на пластичні процеси більше, ніж у дорослих, а на м'язову діяльність істотно нижчі. У дітей і підлітків серцево-судинна і дихальна системи навіть в спокої функціонують з більшим напруженням, ніж у дорослих, що обмежує можливість аеробного енергетичного забезпечення м'язової роботи. Разом з тим, можливості анаеробного енергетичного забезпечення м'язової діяльності і здатність здійснювати роботу в умовах кисневого дефіциту у дітей також менше, ніж у дорослих. Для дітей і підлітків характерна також низька стійкість до підвищених концентрацій продуктів анаеробного метаболізму, недостатня досконалість систем, що регулюють обмінні процеси при роботі: мала стійкість в діяльності залоз внутрішньої секреції, занадто висока рухливість в діяльності регуляторних механізмів ЦНС. Всі ці особливості обумовлюють порівняно швидко стомлюваність організму, що росте при виконанні інтенсивних вправ, погану переносимість тривалої безперервної і всякої об'ємної монотонної роботи. Під час м'язової діяльності у дітей і підлітків спостерігається легка загальмованість мобілізації вуглеводів, що може призводити до зниження рівня цукру в крові, особливо при вправах тривалих і нецікавих.

Вправи гліколітичної спрямованості призводять до значного накопичення молочної кислоти, яка проникаючи в клітини центральної нервової системи впливає на них негативно.

Характерною особливістю старіючого організму є зниження інтенсивності пластичного обміну на тлі загального зменшення інтенсивності обміну речовин. Інтенсивність окисних процесів, як аеробного окислення, так і гліколізу, в старіючому організмі також знижується, що значно обмежує працездатність літньої людини. З віком зазнає змін і обмін ліпідів, які гірше утилізуються організмом. У крові підвищується вміст холестерину і атерогенних бета-ліпопротеїдів, які відкладаючись на стінках артерій, сприяють розвитку атеросклерозу. Для старіючого організму характерно погіршення нервової і гормональної регуляції обмінних процесів, хімічні зміни в кістковій тканині, зв'язках, сухожиллях, кровоносних судинах, що призводять до зниження їх міцності й еластичності. Вплив м'язової діяльності на зростаючий організм має сприяти процесам зростання та розвитку, а на старіючий організм затримки вікової інволюції.

Енергія, яка продукується організмом, розподіляється між енергетичним забезпеченням функцій, зокрема, м'язової діяльності (функціональний обмін), і пластичними процесами, перш за все, синтезом різних білків (пластичний обмін). У дорослої людини (20-40 років) ці сторони обміну в стані спокою знаходяться в рівновазі, при м'язовій роботі зростає частка функціонального обміну і скорочується частка пластичного. Під час же відпочинку зменшується частка функціонального обміну і різко підвищується частка пластичного.

В організмі, що росте, продукція енергії на одиницю маси тіла вище, ніж у дорослих, але більша частина її використовується на пластичні процеси, частка функціонального обміну менше, ніж у дорослих. Під час м'язової діяльності частка функціонального обміну у дітей зростає, але не настільки суттєво, як у дорослих, а на пластичні процеси витрачається

менше енергії, ніж в стані спокою, але все ж досить багато. Під час відпочинку пластичний обмін різко посилюється.

У старіючому організмі порівняно з дорослими енергопродукція знижена за рахунок обох сторін обміну. Під час м'язової діяльності частка пластичного обміну ще більше скорочується, хоча функціональний обмін при цьому зростає менше, ніж у дорослих. Під час відпочинку частка пластичного обміну значно підвищується. Сутність позитивного впливу м'язової діяльності на організм саме в цьому посиленні пластичного обміну під час відпочинку. І різниця між зростаючим і старіючим організмом лише в тому, що в першому випадку виконання фізичних вправ сприяє процесам зростання і розвитку, а в другому-затримці вікової інволюції.

Однак, при цьому дуже важливо правильно підібрати фізичні навантаження, щоб вони були досить ефективними для впливу на процеси обміну речовин і в той же час, посильними для зростаючого і старіючого організму, не викликали в значній мірі стомлення.

Найбільш придатними для дітей і підлітків, як і для літніх людей є порівняно короткочасні різноманітні швидкісні вправи (в межах доступних цій віковій групі), які не потребують великих силових напружень і прояви швидкісної витривалості, що виконуються повторно, з достатніми інтервалами відпочинку.

У перші роки занять фізичною культурою і спортом з дітьми та підлітками, слід переважно вдосконалювати аеробні можливості, створити базу загальної фізичної підготовленості.

Для осіб похилого віку, як і для дітей і підлітків характерна легка загальмованість мобілізації вуглеводів під час м'язової діяльності; одноманітні, нудні фізичні вправи, як правило, супроводжуються у них зниженням рівня глюкози в крові, а це зменшує ефективність фізичних вправ. На позитивний емоційний фон занять істотно впливає також фактор середовища (проведення занять в добре оформленому залі, лісі, парку і т.д.)

Запитання до заняття

1. Охарактеризуйте особливості обміну речовин організму, що росте.
2. Дайте характеристику енергетичних ресурсів і особливостям систем енергозабезпечення у дітей і підлітків.
3. Дайте біохімічне обґрунтування завданням і особливостям занять фізичною культурою і спортом в дитячому та юнацькому віці.
4. Описати біохімічні особливості організму літньої людини. Які завдання фізичної культури для цієї вікової групи?
5. Охарактеризуйте біохімічні зміни, що призводять до зниження порочності і еластичності зв'язкового апарату, кровоносних судин, кісткової тканини в старіючому організмі.
6. Охарактеризуйте систему тренувань для оптимізації функції дихання, кровообігу і м'язової працездатності у людей похилого віку.
7. Дайте біохімічне обґрунтування важливості занять фізичною культурою для дітей та осіб старшого віку.

БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ХАРЧУВАННЯ ПІД ЧАС ЗАНЯТЬ ФІЗИЧНИМИ ВПРАВАМИ І СПОРТОМ

Мета заняття: Вивчити основні положення побудови раціонального харчування спортсменів і дати біохімічне обґрунтування використанню продуктів харчування для прискорення відновлювальних процесів, біохімічної адаптації до навантажень і підвищення працездатності.

Продукти харчування впливають на фізіологічну і біохімічну адаптацію організму до м'язової діяльності. Тому правильно організоване харчування сприяє підвищенню спортивної працездатності, усуненню стомлення та прискоренню відновлення після фізичних навантажень, розвитку скелетної мускулатури і нормалізації обміну речовин в організмі. Воно також розширює межі пристосування до фізичної і нервової напруги.

Раціональним є харчування, що якнайкраще задовольнить потреби організму в енергії та необхідних харчових речовинах в кількісному і якісному відношенні, що сприяє правильному росту і розвитку організму, розвитку функціональних можливостей і підвищення інтенсивності праці.

В основу раціональної організації харчування при заняттях фізичною культурою і спортом покладено ряд принципів, досить переконливо обґрунтованих результатами багатьох експериментальних досліджень.

В узагальненому вигляді основні принципи харчування спортсменів можуть бути сформовані в такий спосіб.

1. Постачання організму спортсменів необхідною кількістю енергії, відповідним її витрачання в процесі фізичної діяльності.

Енерговитрати при фізичних навантаженнях залежать від характеру і обсягу виконуваної роботи, від рівня майстерності спортсмена, від клімато-географічних умов проведення змагань і тренувань і т.п.

З урахуванням неповної засвоюваності їжі, калорійність харчування має приблизно на 10% перевищувати його енерговитрати.

2. Дотримання принципів збалансованого харчування стосовно певних видів спорту та інтенсивність фізичних навантажень, що передбачає розподіл в раціоні калорійності за всіма видами основних харчових речовин (білки, жири, вуглеводи, вітаміни і мінеральні речовини).

Слід при цьому враховувати і період підготовки в спортивному сезоні.

Співвідношення білків, жирів, вуглеводів в раціоні при роботі без великих фізичних навантажень прийнято як 1: 1: 4, при важкій фізичній праці – як 1: 1, 1: 5, для спортсменів – 1: 0, 8: 4, тобто в ньому має бути менше жирів.

Збалансованість білків, жирів і вуглеводів визначають також за кількістю енергії, яку вони забезпечують в добовому раціоні. Якщо енергоцінність раціону прийняти за 100%, то в звичайному харчуванні частка білків становить 12-14%, жирів – 30%, вуглеводів 56-58%. Для спортсменів розподіл добової енергоцінності раціону такий: за рахунок

білків – 15%, жирів – 25%, вуглеводів – 60%. Збалансоване харчування спортсменів передбачає в загальній кількості білків не менше 50% (краще 55-60%) білків тваринного походження, вміст рослинних жирів – близько 25% добової норми всіх жирів. Вуглеводи в раціонах спортсменів повинні бути представлені в середньому на 65% крохмалем і на 35% цукрами.

Відмінною особливістю харчування спортсменів є підвищена потреба у вітамінах, що пов'язано з використанням вітамінів на побудову ферментів, вміст яких у тканинах під впливом тренування збільшується і з втратою організмом вітамінів при виконанні великих фізичних навантажень. Задовольнити потребу організму спортсмена в вітамінах тільки за рахунок продуктів харчування неможливо, тому значну частину їжі його раціону слід замінити препаратами полівітамінів, тобто збалансованими кількостями вітамінів.

3. Вибір адекватних форм харчування (продуктів, харчових речовин і їх комбінацій) і прийомів їжі на періоди інтенсивних тренувань, підготовки до змагань, і відновний період.

Кількісні відносини залежать від характеру, інтенсивності і обсягу навантаження, оскільки при цьому процеси обміну речовин в організмі протікають по-різному.

Так, наприклад, (робота при максимальній потужності в глибокому анаеробному режимі викликає збільшення кількості вуглеводів в їжі за рахунок зниження кількості жирів і додаткового прийому вітамінів С, В1, В2, В12, В15. Динамічні або статичні м'язові зусилля супроводжуються напруженою м'язовою масою і розвитком сили, вимагають підвищеного білкового харчування і вітамінів Е і групи В. При тренувальних режимах, в яких використовується робота субмаксимальної потужності і нижче, в аеробних умовах, при великих обсягах (тривала), значна калорійність їжі супроводжується загальним підвищенням кількості білків і вуглеводів і більш помітним підвищенням жирів (фосфатиди, ненасичені жирні кислоти), вітамінів С, В1, В2, РР і мінеральних солей. При підготовці до

змагань з тих видів спорту, які пов'язані з проявом витривалості, часто застосовується режим харчування, що дозволяє накопичити в м'язах підвищену кількість глікогену – основного енергетичного джерела.

Суперкомпенсація глікогену («тайпер») в практиці спорту широко поширений, особливо успішно при роботі на витривалість. При 2-3 разових щоденних фізичних навантаженнях необхідно кількість прийомів їжі збільшити до 5-6 разів, при такому режимі необхідно використовувати спеціальні продукти підвищеної біологічної цінності. Особливу увагу в харчуванні спортсменів слід приділити овочам і фруктам. При інтенсивній м'язовій роботі в організмі утворюється велика кількість кислих продуктів, а саме овочі та фрукти, будучи основними постачальниками лужних еквівалентів, виконують важливу роль в нормалізації лужно-кислотного рівноваги.

Крім того, вони служать найважливішими джерелами вітамінів С, Р, каротину, деяких вітамінів групи В, мікроелементів, вуглеводів, що беруть участь в регуляції процесів травлення; підвищують засвоюваність різних харчових речовин.

4. Використання індукційного впливу харчових речовин з метою створення метаболічного фонду, вигідного для біосинтезу гормонів і реалізації їх дії (катехоламінів, кортикостероїдів, простагландинів, циклічних нуклеотидів, антиоксидантів та ін.).

При м'язовій діяльності гормони беруть участь у регуляції мобілізації, утилізації та реституції джерел енергії. Вони сприяють збереженню певних меж гомеостазу, що забезпечує працездатність організму при тому чи іншому вигляді м'язової діяльності.

Одні гормони мають білкову природу – поліпептиди (інсулін), інші синтезуються з амінокислот (катехоламіни). Можна припустити, що наявність в їжі спортсменів легкозасвоюваних і повноцінних білків сприятиме створенню вигідного метаболічного фону для синтезу гормонів.

5. Використання стимулюючого впливу харчових речовин, для активізації процесів аеробного і анаеробного окислення.

Підвищити працездатність шляхом посилення процесів аеробного окислення можна, приймаючи глютамінову, яблучну і лимонну кислоти в складі поживних сумішей перед стартом, на дистанції або під час перерв між виступами.

Насичені жирні кислоти (лінолева, ліноленова і арахідонова), що містяться в рослинних оліях активують процеси аеробного окислення.

Вітаміни С, В1, РР, пантотенова кислота, Е, К підвищують працездатність і прискорюють відновлення завдяки участі в процесах окислення.

Введення в організм фосфатів сприяє підвищенню швидкості розщеплення глікогену, посиленому синтезу креатинфосфату і позитивно впливає на процеси окисного фосфорилування, а ці фактори також підвищують працездатність.

6. Використання харчових речовин, для забезпечення підвищеної швидкості нарощування м'язової маси і збільшення сили.

У харчуванні спортсменів в цьому випадку важливе збереження і збільшення доступних для синтезу білків субстратів-амінокислот.

Для цього необхідно:

- повністю покривати потребу організму в енергії джерелами небілкової природи (вуглеводи, жири) з урахуванням енерговитрат;

- їжа повинна містити підвищену кількість повноцінних і легкозасвоюваних білків, в основному тваринного походження і з різних джерел (м'ясо, риба, молоко, яйця);

- кратність прийому їжі, багатой білком, рекомендується не менше п'яти разів на день;

- створення оптимальних умов для засвоєння білкової частини їжі.

У період відновлення м'ясо вживати з овочевими гарнірами:

- спеціальні білкові препарати використовувати в гомогенізованому вигляді до тренування або під час перерв;

- збагачувати їжу вітамінами, які сприяють прискоренню зростання м'язової маси і розвитку сили: Е і вітаміни групи В (В6, В12).

7. Використання харчових факторів для швидкого «згону» ваги при підведенні спортсменів до потрібної вагової категорії.

Під час «згону» маси тіла енергоцінність харчового раціону слід скоротити до 1800-2400 ккал на добу, а можливо і до 1300-1500 ккал. Таке обмежене харчування за рахунок зниження кількості жирів, вуглеводів і рідини при досить високому споживанні білків не викликає у спортсменів погіршення м'язової сили, координації та швидкості рухів. Для створення почуття насичення необхідно дотримуватися п'яти-шести разового харчування з достатнім об'ємом їжі за рахунок сирих овочів і фруктів.

8. Вибір правильного режиму харчування (час і кількість прийомів їжі протягом дня і розподіл раціону по прийомах їжі) в залежності від режиму тренувань і змагань. Розпорядок прийому їжі слід узгодити із загальним режимом. Не можна тренуватися натщесерце. Прийоми їжі повинні бути не пізніше, ніж за 2-2,5 години до основного тренувального заняття або виступу в змаганні. Найбільш раціонально 4-5 разове харчування на добу. При цьому, якщо найбільш інтенсивне навантаження припадає на першу половину дня, калорійність харчування розподіляється так: (на сніданок - 5%, 2-ий сніданок -30% , обід - 35%, полуденок - 5% і вечеря 25%). Якщо ж інтенсивне навантаження приводиться на другу половину дня, то калорійність розподіляється відповідно: 5: 35: 30: 30%. Найбільш суворий контроль за харчуванням спортсменів слід здійснювати під час змагань. Неприпустимо виступати в змаганнях натщесерце. При складанні меню в дні змагань слід прагнути до підвищення питомої калорійності добових раціонів з метою зменшення їх обсягів. Характер харчування в цей період білково-вуглеводний.

9. Індивідуалізація харчування.

Цей принцип перебуває в залежності від антропоморфотипометричних, фізіологічних і метаболічних характеристик спортсмена, а також від стану його травного апарату і смакових звичок.

Запитання до заняття

1. Сформулюйте основні принципи раціонального харчування спортсменів.
2. Охарактеризуйте потреба організму людини в основних речовинах залежно від віку, статі та м'язовій діяльності.
3. Поясніть особливості харчування спортсменів в залежності від характеру і інтенсивності м'язової діяльності.
4. У чому полягають біохімічні причини «вуглеводної орієнтації» харчування спортсменів?
5. Яке значення поліненасичених жирних кислот і ліпотропних речовин в харчуванні спортсменів?
6. Роль вітамінів і мінеральних солей в харчуванні спортсменів.
7. Які низькомолекулярні сполуки і біологічно активні харчові речовини використовуються для прискорення відновлювальних процесів?
8. Яким повинен бути якісний і кількісний склад харчування спортсмена в дні змагань?
9. Який режим харчування необхідний спортсмену в дні зганяння ваги?
10. Дайте біохімічне обґрунтування харчування на дистанції.

БІОХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ЗАНЯТТЯХ ФІЗИЧНОЮ КУЛЬТУРОЮ І СПОРТОМ

Мета заняття: Вивчити завдання і методи біохімічного контролю в спорті і виділити найбільш інформативні показники і тести для кожного виду спорту.

Найбільш важливими завданнями, які вирішуються при обстеженні спортсменів і осіб, які займаються фізичною культурою з використанням біохімічних методів є:

1. відбір і допуск до тренувань (заняттям фізичною культурою) і змагань;
2. оцінка реакції організму на тренувальні та змагальні навантаження;
3. визначення стану тренуваності (фізичної працездатності);
4. виявлення ознак непереносимості підвищених фізичних навантажень, перетренування;
5. оцінка ступеню і швидкості відновлення;
6. виявлення порушень обміну, які призводять до захворювань, по обґрунтуванню спрямованості занять фізичною культурою для їх профілактики;
7. визначення адекватності харчування характером діяльності, оцінка впливу кліматичних факторів, ефективності застосування медикаментозних або фізіотерапевтичних засобів та ін.

Найбільш важливими об'єктами біохімічних досліджень в спорті є проби крові (сироватки крові) і сечі, слина і піт як об'єкт дослідження не набули широкого поширення. Останнім часом все більшого поширення набуває використання проб м'язової тканини (методи біопсії), в яких визначають кількість скорочувальних білків (актину і міозину), АТФ-азну активність міозину, показники енергетичного потенціалу м'язів (вміст АТФ, глікогену, креатинфосфату). Хоча аналіз тканин найбільш прямо характеризує зміни хімізму і обміну, які відбулися в м'язі або іншому органі, такі дослідження проводять рідко через складності забору проб.

При обстеженнях з метою біохімічного контролю визначають різні біохімічні показники, які за функціональним значенням можна класифікувати наступним чином:

1. вміст джерел енергії (поживних речовин): глюкози, тригліцеридів, жирних кислот, вільних амінокислот;

2. проміжні продукти обміну: органічні кислоти (найбільш часто молочна кислота, піровиноградна), кетонів тіла і ін.;

3. стан кислотно-лужної рівноваги: рН крові, парціальний тиск CO_2 , резервна лужність, дефіцит основ крові та ін.;

4. стан окислювальних процесів оцінюють за визначенням парціального тиску O_2 , насичення крові киснем, і склад недоокислених продуктів обміну крові і сечі. Найбільш простим методом оцінки кисневої ємності крові (у здорових людей) є визначення концентрації гемоглобіну, а також його загальної кількості;

5. стан білкового обміну оцінюють, визначаючи зміст загального білка і білкових фракцій сироватки крові, концентрації в крові і виділення з сечею кінцевих продуктів білкового обміну (сечовина, аміак, креатинін, креатин, сечова кислота);

6. для оцінки функції ендокринної системи і досконалості регуляції обміну визначають гормони і їх метаболіти, біологічно активні речовини (гістамін, серотонін);

7. визначення активності ряду ферментів, зокрема, креатинфосфокінази, лактатдегідрогенази, аміотрансфераз (аланінова або аспарагінова) та ін. В крові;

8. стан мінерального та водного обміну оцінюють, визначаючи мінеральні речовини;

9. патологічні (ненормальні) речовини, до них відносять, звичайні речовини організму, які виявляються в інших біологічних рідинах. Наприклад, міоглобін при його виявленні в крові і сечі. Білок, глюкоза, в підвищеній кількості кетонів тіла в сечі також належать до патологічних речовин.

Завдання майбутнього обстеження визначають вибір методів. При обстеженні слід обирати більш прості методи, щоб витратити менше часу на виконання аналізу для отримання оперативної інформації в ході тренувального процесу.

Особливості обміну речовин у спортсменів можна виявити лише в динаміці, вивчаючи реакцію організму на те чи інше фізичне навантаження. Незважаючи на велике різноманіття можливих варіантів фізичні навантаження можна розділити на дві групи:

- 1) стандартизовані навантаження;
- 2) максимальні навантаження.

Стандартизовані навантаження характеризуються тим, що можна визначити величину по діяльності, потужності або обсягу виконання певної роботи. Найбільш часто використовують ступінчасті велоергометричні тести, сходження на сходинку відомої висоти (Гарвардський степ-тест), біг на третбані тренуваності індивідуальну працездатність в різних умовах, вони допомагають отримати більшою мірою характеристику загальної, а не спеціальної тренуваності. Для визначення спеціальної тренуваності найбільш адекватними є максимальні навантаження, навантаження типу прикидок в своєму виді спорту (коли спортсмени демонструють свої максимальні можливості). У цьому випадку зберігається специфічність навантаження і мають місце змагальні умови, тобто те, що й потрібно для визначення спеціальної тренуваності, від рівня якої залежить успіх в змаганнях.

При визначенні показників обміну в період відновлення, слід враховувати, що в тренуваному організмі ліквідація змін обміну відбувається з більш високою швидкістю.

Для оцінки «повного відновлення», виходячи з принципу гетерохронності відновних процесів, зазвичай використовують показники білкового обміну, тому що їх нормалізація займає найбільше часу. найбільш часто визначають концентрацію сечовини в крові.

Біохімічна діагностика перетренування найбільш складна, вибір методу залежить від того, які органи або системи можуть зазнавати зміни (міокард, печінка, скелетні м'язи, нервова система). З цією метою в крові і

сечі, в основному, визначають патологічні показники і деякі специфічні обмінні проби, характерні для змін в тих чи інших органах.

Викладені вище біохімічні показники, які використовуються з метою біохімічного контролю в спорті, дають об'єктивну інформацію про функціональний стан спортсменів в різні періоди тренувального процесу, але виконання аналізів можливо за наявності біохімічних лабораторій. Тому рекомендується на базах, які не мають біохімічних лабораторій та для самоконтролю спортсменів користуватися простим і доступним у виконанні комплексом біохімічних методів експрес діагностики, які дозволяють в будь-який момент отримати орієнтовні об'єктивні дані про функціональний стан спортсмена. Комплексне використання ряду методів біохімічної експрес-діагностики представляє певну цінність біохімічного контролю, який є складовою частиною сучасного систематичного контролю.

Запитання до заняття

1. Які завдання спортивної практики можуть бути вирішені при використанні біохімічних методів для обстеження спортсменів?
2. Охарактеризуйте принципи біохімічної діагностики «термінового», «відставленого» і «кумулятивного» тренувального ефектів.
3. Характеристика об'єктів біохімічних досліджень на спортсменах (крові, сечі, що видихається, проб м'язової тканини і ін.) І умов їх забору.
4. Характеристика найбільш інформативних біохімічних показників, визначених у спортсменів.
5. Дайте біохімічне обґрунтування вибору тестів, призначених для оцінки стану тренуваності.
6. Вибір функціональних навантажень для біохімічного дослідження.
7. Загальна характеристика методів біохімічних досліджень в спорті.
8. Охарактеризуйте методи дослідження: енергетичного обміну, кислотно-лужної рівноваги, електролітного складу крові, активності ферментів і гормонів.

9. Охарактеризуйте методи біохімічних досліджень, які використовуються для оцінки тренованості, оцінки ступеня втоми і ходу відновного процесу.
10. Основні вимоги до проведення біохімічних досліджень в лабораторних і польових умовах.
11. Організація служби біохімічного контролю в спорті.

СЛОВНИК БІОХІМІЧНИХ ТЕРМІНІВ ТА ПОНЯТЬ

ФІЗИКО-ХІМІЧНІ ОСНОВИ ПРОЦЕСІВ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

МОЛЕКУЛА – найменша частка речовини, що має її хімічні властивості.

АТОМ – найменша частка елемента, що має його хімічні властивості.

ХІМІЧНИЙ ЕЛЕМЕНТ – вид атомів, який характеризується певною величиною позитивного заряду ядра. Позначається початковою літерою латинської назви. Наприклад: кисень / Oxygenium / позначається літерою O; водень / Hydrogenium / - літерою H. Коли назви декількох елементів починаються з однієї літери, тоді до першої додається ще одна з наступних. Наприклад, кальцій / Calcium / - Ca, мідь / Cuprum / - Cu.

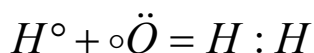
МАКРОЕЛЕМЕНТИ – хімічні елементи, вміст кожного з яких в організмі людини складає більш, ніж 10^{-3} % від маси тіла. До них належать: C, H, O, S, N, P, K, Ca, Mg, Cl, Na, Fe.

ОРГАНОГЕННІ МАКРОЕЛЕМЕНТИ – хімічні елементи, з яких побудовані основні класи речовин організму людини. До них належать: C, H, O, P, S, N. Вміст цих елементів складає 98,57 % від маси тіла.

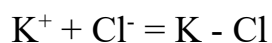
МІКРОЕЛЕМЕНТИ – хімічні елементи, вміст кожного з яких в організмі людини складає від 10^{-3} до 10^{-6} від маси тіла. До них належать: Cu, Mn, Co, B, тощо.

УЛЬТРАМІКРОЕЛЕМЕНТИ – хімічні елементи, вміст кожного з яких в організмі людини складає менш, ніж 10^{-6} % від маси тіла. До них належать: Hg, Ag, Au та ін.

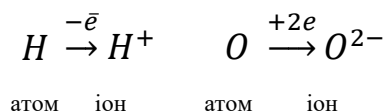
КОВАЛЕНТНИЙ ЗВ'ЯЗОК – хімічний зв'язок між атомами, утворений спільною парою електронів, що належать одночасно двом атомам. Наприклад, молекула водню утворюється шляхом з'єднання двох атомів через ковалентний зв'язок.



ІОННИЙ ЗВ'ЯЗОК – хімічний зв'язок, утворений шляхом електростатичного притягання протилежно заряджених іонів:

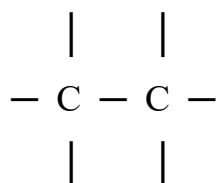


ІОНИ – позитивно або негативно заряджені частки, які утворюються із атомів, що втратили або приєднали один чи декілька електронів. Наприклад:



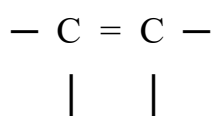
СПОЛУКИ ГРАНИЧНІ – органічні речовини, в молекулах яких усі атоми зв'язані простими зв'язками.

ПРОСТИЙ /ОДИНАРНИЙ/ ЗВ'ЯЗОК – ковалентний зв'язок між атомами вуглецю, утворений однією спільною парою. Позначається однією рисою:

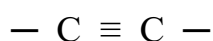


СПОЛУКИ НЕГРАНИЧНІ – органічні речовини, в молекулах яких є хоча б один подвійний або потрійний зв'язок.

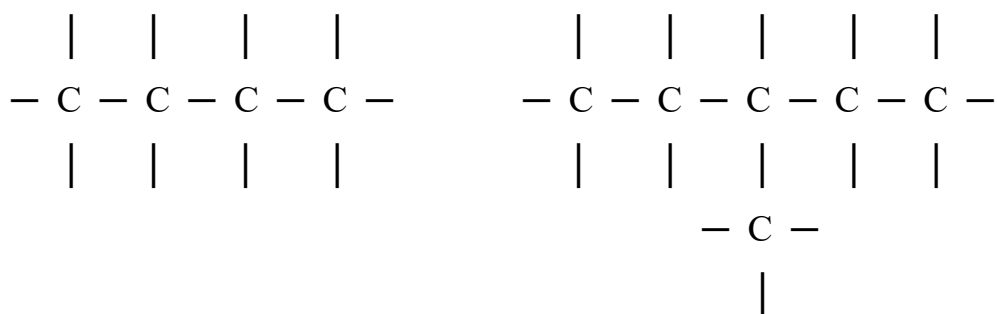
ПОДВІЙНИЙ ЗВ'ЯЗОК – ковалентний зв'язок між атомами вуглецю, утворений спільними парами електронів. Позначається двома рисками:



ПОТРІЙНИЙ ЗВ'ЯЗОК – ковалентний зв'язок між атомами вуглецю, утворений трьома спільними парами електронів. Позначається трьома рисками:

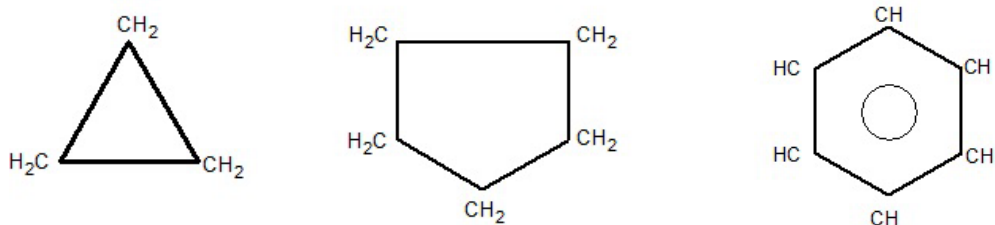


АЦИКЛІЧНІ СПОЛУКИ – органічні речовини, молекули яких мають відкритий /незамкнутий у кільце/ прямий або розгалужений вуглецевий ланцюжок:

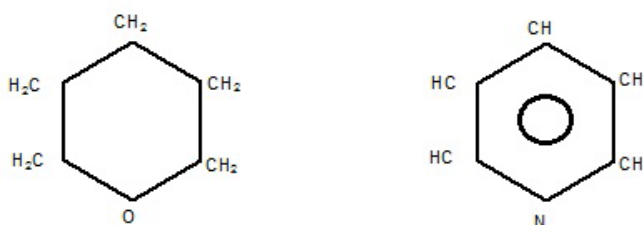


ЦИКЛІЧНІ СПОЛУКИ – органічні речовини, молекули яких мають закритий /замкнутий в кільце/ вуглецевий ланцюжок.

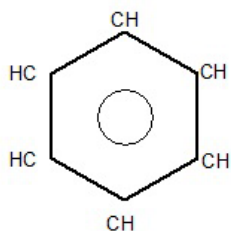
КАРБОЦИКЛІЧНІ СПОЛУКИ – циклічні сполуки, що мають у кільці тільки атоми вуглецю.



ГЕТЕРОЦИКЛІЧНІ СПОЛУКИ – циклічні сполуки, які мають у кільці крім атомів вуглецю атоми інших хімічних елементів.



РАДИКАЛ – стала група атомів, що переходить без зміни із однієї сполуки в іншу при хімічних реакціях. Наприклад:



феніл

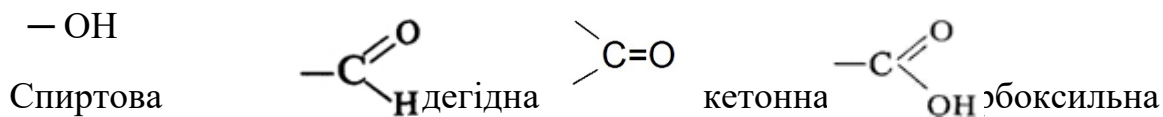
– CH₃

метил

C₂H₅

етил

ФУНКЦІОНАЛЬНА ГРУПА – активна група атомів, яка легко змінюється та надає сполуці певних хімічних якостей. Наприклад :



ІЗОМЕРІЯ – явище існування сполук, що мають однаковий якісний і кількісний склад, але різні властивості. Наприклад, склад $C_6H_{12}O_6$ мають вуглеводи: глюкоза, що проявляє властивості альдегіду, та фруктоза, що проявляє властивості кетону. Обумовлена різним порядком з'єднання атомів або різним розташуванням атомів /або груп атомів/ у просторі.

ДИСПЕРСНА СИСТЕМА – система, яка складається з двох або декількох дрібнороздіблених речовин, рівномірно розподілених у масі іншої речовини. Наприклад, плазма крові, сечі, протоплазма клітин.

ДИСПЕРСНА ФАЗА – дрібнороздіблена речовина дисперсної системи.

ДИСПЕРСІЙНЕ СЕРЕДОВИЩЕ – речовина, в масі якої розподілено дисперсну фазу системи.

ІСТИННИЙ РОЗЧИН – дисперсна система, в котрій дисперсна фаза являє собою молекули низькомолекулярних речовин або їх іони. Розміри часток фази менші, ніж 10^{-7} см. Відрізняються прозорістю та стійкістю. Наприклад, водні розчини мінеральних кислот, солей, лугів, глюкози, амінокислот та ін.

КОЛОЇДНИЙ РОЗЧИН – дисперсна система, в якій дисперсна фаза складається з часток розміром від 10^{-6} до 10^{-7} см. Наприклад, водні розчини високомолекулярних органічних сполук, як білки, крохмаль, глікоген та ін.

МІЦЕЛА – структурна одиниця колоїдного розчину. Складається з ядра, на поверхні якого розташовано внутрішній шар іонів, а за ним – шар протиіонів із протилежним знаком заряду. Частина протиіонів, які щільно прилягають до внутрішнього шару іонів, утворює адсорбційний шар, а частина протиіонів розташована пухко, утворює дифузний шар.

ЗОЛЬ – рідкий стан колоїдного розчину. Наприклад, плазма крові, лімфа, цитоплазма клітин.

ГЕЛЬ – студнеподібний стан колоїдного розчину, в якому частки фази утворюють просторову сітку, комірки якої заповнені дисперсійним середовищем. Наприклад, внутрішньоклітинні структури, хрящі, з'єднувальні-тканинні волокна.

СУСПЕНЗІЯ – дисперсна система, в якій дисперсна фаза складається з твердих часток розміром від 10^{-3} до 10^{-5} см у рідкому середовищі. Суспензії каламутні та нестійкі. Наприклад, суміш води з глиною.

ЕМУЛЬСІЯ – дисперсна система, в якій одна рідина роздріблена, але не розчиняється в іншій рідині. Наприклад, молоко – це емульсія з води і рідкого жиру.

КОНЦЕНТРАЦІЯ РОЗЧИНІВ – кількість розчиненої речовини, що міститься в певній кількості розчину або розчинника.

ПРОЦЕНТНА КОНЦЕНТРАЦІЯ – концентрація розчинів, що виражається у процентах і дорівнює кількості грамів речовини, розчиненої в 100 г розчину. Наприклад, 15%-й розчин хлориду калію – це розчин, у 100 г якого міститься 15 г хлориду калію та 85 г води.

МОЛЯРНА КОНЦЕНТРАЦІЯ - концентрація розчину, що виражена кількістю молів розчиненої речовини, яка міститься в 1 л. розчину. Позначається буквою М. Наприклад, 2М розчин хлору калію містить 2 молі КСl, тобто 149 г. в 1 л. розчину.

ДИФУЗІЯ - самочинний рівномірний розподіл молекул розчиненої речовини в усьому об'ємі розчину. Наприклад, переміщення поживних речовин із просвіту кишківника в його стінку, із неї - у кров, а з крові - у клітини тканин організму.

ПАСИВНА ДИФУЗІЯ - переміщення молекул розчиненої речовини із ділянки більшої концентрації в ділянку меншої концентрації розчину.

ПОЛЕГШЕНА ДИФУЗІЯ - розподіл молекул розчиненої речовини за допомогою спеціальних речовин-переносників. Наприклад, молекули жирних

кислот переходять із просвіту тонкого кишечника в його стінку за участю жовчних кислот .

АКТИВНИЙ ТРАНСПОРТ РЕЧОВИН - перенос розчиненої речовини в ділянку більшої її концентрації . Цей процес вимагає витрат енергії.

ОСМОС - однобічна дифузія розчинника через напівпроникну мембрану в бік розчину з більшою концентрацією розчинених речовин. Наприклад, дифузія води через клітинні мембрани.

ОСМОТИЧНИЙ ТИСК - сила, що здійснює осмос. Величина його прямо пропорційна концентрації розчину і його абсолютній температурі:

$P = R \times C \times T$, де P – осмотичний тиск; R – газова постійна, що дорівнює 0,082; C – молярна концентрація розчину, T – абсолютна температура, що дорівнює сумі: 273 + температура розчину, $^{\circ}\text{C}$.

ІЗОТОНІЧНІ РОЗЧИН - розчини, які мають при однакових умовах рівний осмотичний тиск. Наприклад, 0,9%-й розчин кухонної солі та плазма крові.

ГІПОТОНІЧНИЙ РОЗЧИН - один з двох розчинів, осмотичний тиск якого нижчий, тому що він має меншу концентрацію.

ГІПЕРТОНІЧНИЙ РОЗЧИН - один з двох розчинів, осмотичний тиск якого вищий, тому що він має більшу концентрацію.

ЛІЗИС - розрив клітинної оболонки і гибель клітини при поміщенні її в гіпотонічний розчин через надмірне надходження води у клітину.

ГЕМОЛІЗ - лізис еритроцитів крові.

ПЛАЗМОЛІЗ - зморщення клітини при поміщенні її в гіпертонічний розчин внаслідок виходу води з клітини .

ЕЛЕКТРОЛІТИЧНА ДИСОЦІАЦІЯ – процес розпаду електролітів у воді на іони . Наприклад:



СИЛЬНІ ЕЛЕКТРОЛІТИ - речовини, дисоціюючі у водних розчинах практично націло. До них належать майже всі солі, деякі кислоти / HCl , HNO_3 , $HClO_4$, HBr , Hj та ін. /та основи/ KOH , $NaOH$, $Ba(OH)_2$, $Ca(OH)_2$ / .

СЛАБКІ ЕЛЕКТРОЛІТИ - речовини, дисоціюючі у водних розчинах тільки частково. При цьому в розчині встановлюється динамічна рівновага між недисоційованими молекулами та іонами:



До слабких електролітів належить більшість органічних кислот: H_2CO_3 , NH_4OH , тощо .

КОНСТАНТА ДИСОЦІАЦІЇ - константа рівноваги, що характеризує здатність даної речовини розпадатись на іони. Виражається відношенням добутку концентрацій іонів до концентрації недисоційованих молекул. Наприклад, константа дисоціації оцтової кислоти дорівнює:

$$K = \frac{[H^+] \cdot [CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 1,3 \% \text{ для } 0,1 \text{ н розчину}$$

АКТИВНА РЕАКЦІЯ СЕРЕДОВИЩА - властивість розчину або біологічної рідини, яка залежить від співвідношення концентрацій іонів водню і гідроксид-іонів. Розрізняють нейтральну реакцію, коли концентрація іонів водню дорівнює концентрації гідроксид-іонів; кислу реакцію, якщо концентрація іонів водню більша, ніж концентрація гідроксид-іонів; лужну реакцію, коли концентрація іонів водню менша, ніж концентрація гідроксид-іонів.

ІОННИЙ ДОБУТОК ВОДИ - добуток концентрації іонів водню і гідроксид-іонів для води та розбавлених водних розчинів . При незмінній температурі величина постійна. Так, при температурі $25^{\circ}C$ іонний добуток води дорівнює 10^{-14} моль/л .

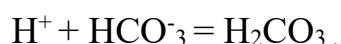
ВОДНИЙ ПОКАЗНИК - кількісний показник активної реакції середовища. Позначається pH . Дорівнює негативному десятичному логарифму концентрації іонів водню в даному розчині . У нейтральному

середовищі $pH = 7$, у кислому середовищі pH менший за 7, а у лужному - більший за 7.

ІНДИКАТОР - реактив, що змінює свій колір у залежності від активної реакції середовища. До індикаторів належать лакмус, фенолфталеїн, метилоранж та ін.

БУФЕРНА СИСТЕМА - хімічна система, що складається з слабких кислот (або основ) та їх солей, здатна зв'язувати іони водню і гідроксид-іони при додаванні до неї кислот, лугів і води. Величина pH розчину при цьому не змінюється.

БІКАРБОНАТНА БУФЕРНА СИСТЕМА - система, що складається із водних розчинів вугільної кислоти (H_2CO_3) та її солі - бікарбонату натрію ($NaHCO_3$) або бікарбонату калію ($KHCO_3$). Механізм дії цієї системи в тому, що при додаванні до системи кислоти іони водню зв'язуються в молекули вугільної кислоти:



При додаванні лугу до системи іони гідроксиду зв'язуються іонами водню, які утворюються при дисоціації вугільної кислоти:



ФОСФАТНА БУФЕРНА СИСТЕМА - система, що складається з водних розчинів двох кислих солей фосфорної кислоти - гідрофосфату / Na_2HPO_4 або K_2HPO_4 / і дигідрофосфату / NaH_2PO_4 або K_2HPO_4 /. Механізм дії цієї системи в тому, що при додаванні кислоти іони водню зв'язуються іонами фосфорної кислоти .



При додаванні лугу іони гідроксиду зв'язуються іонами водню, які утворюються при дисоціації іонів фосфорної кислоти:



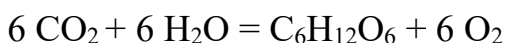
ВУГЛЕВОДИ. БУДОВА І ВЛАСТИВОСТІ

ВУГЛЕВОДИ - складні органічні сполуки, молекули яких складаються з атомів вуглецю, водню і кисню, причому співвідношення атомів водню і кисню таке ж, як і в молекулі води. Загальна формула вуглеводів - $C_n(H_2O)_n$.

ЕНЕРГЕТИЧНА ЦІННІСТЬ ВУГЛЕВОДІВ – кількість енергії, що звільнюється при повному окисненні 1 г вуглеводів до води і двооксиду вуглецю, дорівнює 4,1 ккал.

ДОБОВА ПОТРЕБА У ВУГЛЕВОДАХ – кількість вуглеводів у складі їжі, необхідна людині протягом доби. Для дорослої людини дорівнює 400-500 г, а для спортсменів – до 700-900 г.

ФОТОСИНТЕЗ – процес утворення вуглеводів у рослинах із води і двооксиду вуглецю за участю енергії сонячного проміння



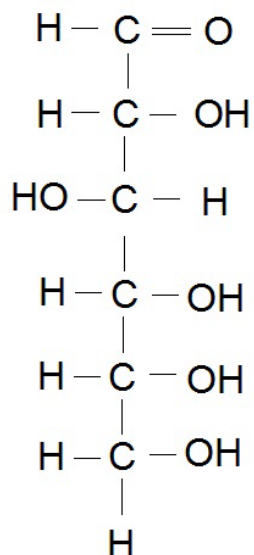
МОНОСАХАРИДИ – прості вуглеводи, що не вступають у реакцію гідролізу. У життєдіяльності організму людини найбільш важливими є пентози і гексози.

ПЕНТОЗИ – моносахариди, у молекулах яких містяться п'ять атомів вуглецю. До них належать рибоза $C_5H_{10}O_5$ і дезоксирибоза $C_5H_{10}O_4$.

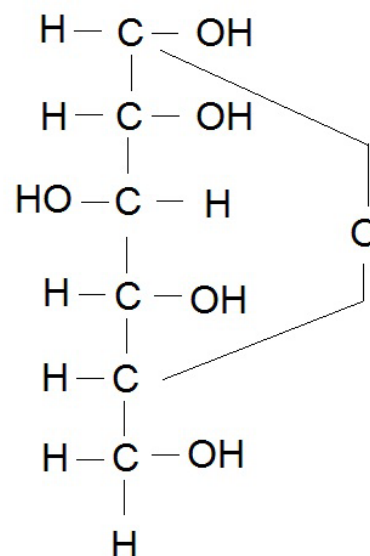
ГЕКСОЗИ – моносахариди, у молекулах яких містяться шість атомів вуглецю. Загальна формула - $C_6H_{12}O_6$. До них належать глюкоза, фруктоза, галактоза тощо.

ГІДРОЛІЗ – реакція розпаду складних речовин до більш простих за участю води.

ГЛЮКОЗА – найбільш розповсюджений у природі моносахарид. За хімічним складом є багатоатомним альдегідоспиртом. Добре засвоюється організмом людини. Відомі ациклічна і циклічна форми глюкози:

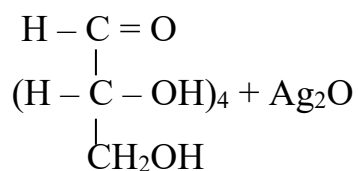


ациклічна глюкоза

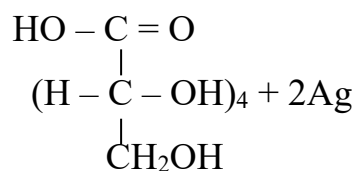


циклічна глюкоза

ГЛЮКОНОВА КИСЛОТА – продукт окислення глюкози

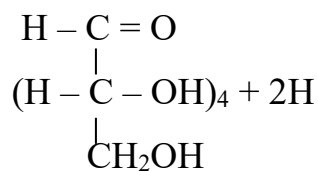


глюкоза

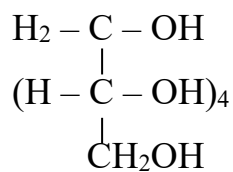


глюконова кислота

СОРБІТ – багатоатомний спирт, продукт відновлення глюкози

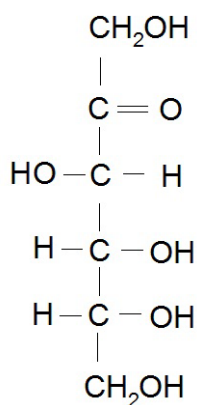


глюкоза

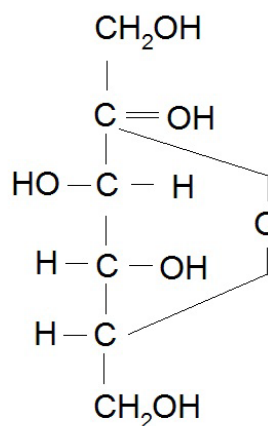


сорбіт

ФРУКТОЗА – моносахарид, багатоатомний кетонспирт, який добре засвоюється організмом людини. Відомі ациклічна і циклічна форми фруктози:



фруктоза ациклічна

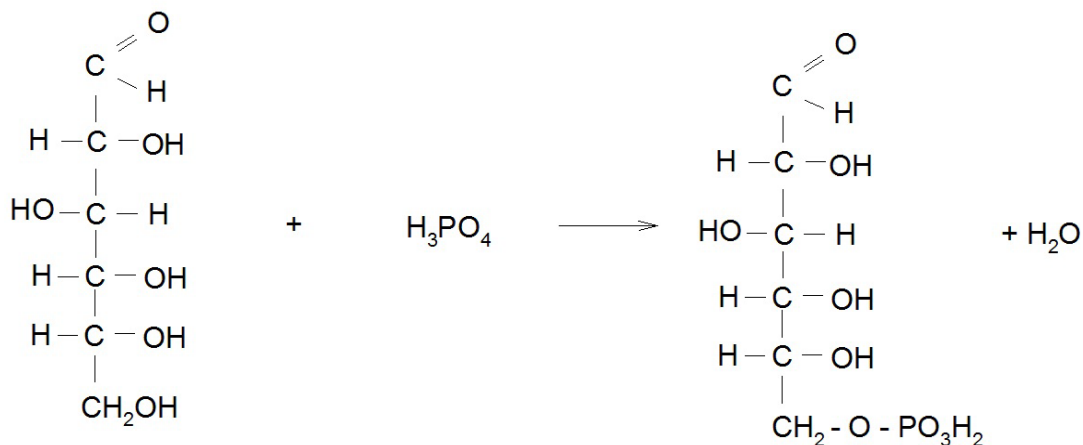


фруктоза циклічна

ГЛІКОЗИДНИЙ ГІДРОКСИЛ – функціональна група – OH, присутня тільки в циклічних формах вуглеводів. У молекулі глюкози він розташований біля першого атому вуглецю, у молекулі фруктози – біля другого атому вуглецю.

АЛЬФА- БЕТА-ІЗОМЕРИ МОНОСАХАРИДІВ – ізомери циклічних форм, які відрізняються різним розташуванням глікозидного гідроксилу /у альфа-ізомерів він розташований праворуч, а у бета-ізомерів – ліворуч від вуглецевого ланцюжка молекули/.

РЕАКЦІЯ ЕТЕРИФІКАЦІЇ – оборотна реакція утворення складного ефіру взаємодії спирту з кислотою. Наприклад, при взаємодії глюкози як спирту із фосфорною кислотою утворюється складний ефір глюкозо-б-фосфат:



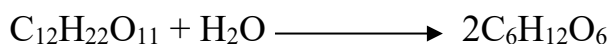
глюкоза

фосфорная кислота

глюкозо-б- фосфат

РЕАКЦІЯ ПОЛІКОНДЕНСАЦІЇ – реакція утворення високомолекулярних з'єднань /полімерів/ при взаємодії великої кількості молекул низькомолекулярних речовин /мономерів/. Наприклад, реакції утворення полісахаридів із моносахаридів.

ДИСАХАРИДИ – складні вуглеводи, молекули яких утворені із залишків двох молекул моносахаридів. Загальна формула $C_{12}H_{22}O_{11}$. Вступають у реакцію гідролізу:

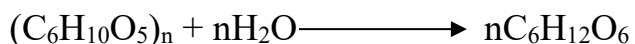


МАЛЬТОЗА – дисахарид, при гідролізі якого утворюється дві молекули глюкози.

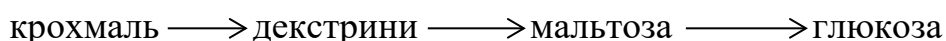
САХАРОЗА – дисахарид, при гідролізі якого утворюється глюкоза і фруктоза.

ЛАКТОЗА – дисахарид, при гідролізі якого утворюється глюкоза і галактоза.

ПОЛІСАХАРИДИ – високомолекулярні складні вуглеводи, які утворюються із моносахаридів у результаті реакції поліконденсації. Загальна формула – $(C_6H_{10}O_5)_n$. Вступають у реакцію гідролізу:



КРОХМАЛЬ – полісахарид, який утворюється в рослинах. Реакція гідролізу їх йде поступово:



З розчином йоду утворюють сполуки синього кольору. Добре засвоюються організмом.

ЦЕЛЮЛОЗА /КЛІТКОВИНА/ – полісахарид, що утворюється в рослинах. Організмом людини не засвоюється.

ГЛІКОГЕН – полісахарид, що утворюється в організмі людини і тварин. Є запасним вуглеводом, відкладається головним чином у печінці та м'язах. Із розчином йоду дає червоно-буре фарбування. При гідролізі перетворюється на глюкозу.

ЛІПІДИ. БУДОВА І ВЛАСТИВОСТІ

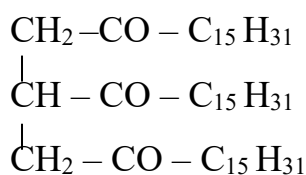
ЛІПІДИ – органічні сполуки різного хімічного складу, побудовані за типом складних ефірів. Не розчиняються у воді, розчиняються в органічних рідинах /спиртах, ефірах, ацетоні, бензолі тощо/.

ДОБОВА ПОТРЕБА В ЛІПІДАХ – кількість харчових ліпідів, що необхідна людині протягом доби. Для дорослої людини дорівнює 60-100 г, для спортсменів – 100-140 г.

ЕНЕРГЕТИЧНА ЦІННІСТЬ ЛІПІДІВ – кількість енергії, яка звільнюється при повному окисненні 1г ліпідів у організмі людини, дорівнює 9,3 ккал.

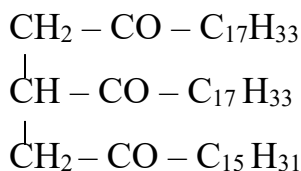
НЕЙТРАЛЬНІ ЖИРИ /ТРИГЛІЦЕРИДИ/ - складні ефіри, утворені високомолекулярними жирними кислотами і трьохатомним спиртом гліцерином.

ПРОСТІ ЖИРИ – тригліцериди, що містять три залишки однієї і тієї ж жирної кислоти:



трипальмітин

ЗМІШАНІ ЖИРИ – тригліцериди, що містять залишки різних жирних кислот:

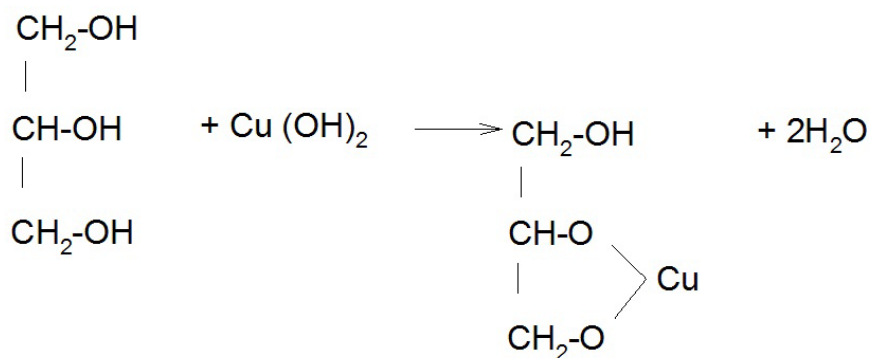


1,2 – діолео – 3 – пальмітин

ГРАНИЧНІ ЖИРИ – складні ефіри гліцерину і граничних жирних кислот.

НЕГРАНИЧНІ ЖИРИ – складні ефіри гліцерину і неграничних жирних кислот.

ГЛІЦЕРИН – найпростіший трьохатомний спирт. Безбарвна в'язка рідина, добре розчиняється у воді, солодка на смак. При взаємодії з гідроксидом міді утворює прозорий синій розчин гліцерату міді.



ПАЛЬМІТИНОВА КИСЛОТА – найбільш розповсюджена у природі гранична жирна кислота. Міститься майже в усіх природних жирах. Формула – $\text{C}_{15}\text{H}_{31}\text{COOH}$.

СТЕАРИНОВА КИСЛОТА – гранична жирна кислота. Входить до складу тваринних жирів. Формула – $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$.

НЕГРАНИЧНІ ЖИРНІ КИСЛОТИ – високомолекулярні органічні кислоти, у вуглеводних радикалах яких міститься одна або декілька подвійних зв'язків між атомами вуглецю. До них належать олеїнова ($\text{C}_{17}\text{H}_{33}\text{COOH}$), лінолева ($\text{C}_{17}\text{H}_{31}\text{COOH}$), ліноленова ($\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$) кислоти.

ЕМУЛЬГАТОРИ – речовини, які знижують поверхову напругу жирових часток, що призводить до роздрібнення їх на більш дрібні і до утворення жирової емульсії. До емульгаторів належать солі жовчних кислот, мила, сода, луѓи та інші речовини.

ГІДРОЛІЗ ЖИРУ – реакція взаємодії жиру з водою, при якій утворюються гліцерин і жирні кислоти. В організмі людини ця реакція відбувається за участю ферменту ліпази.

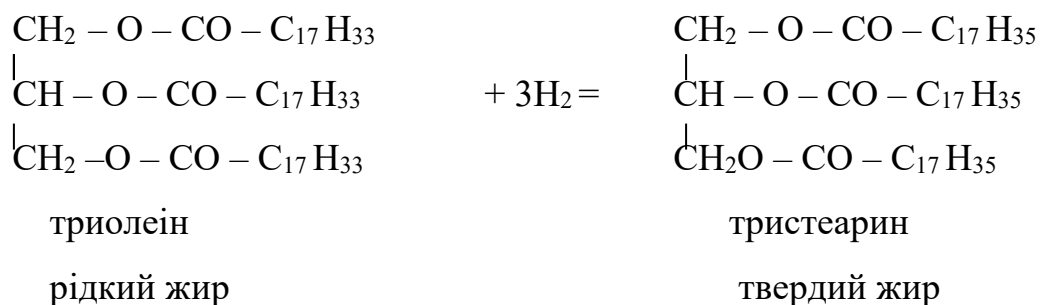
РЕАКЦІЯ ОМИЛЕННЯ – гідроліз жиру в лужному середовищі, при якому замість жирних кислот утворюються їхні солі, які називаються милами.

РОЗЧИННІ МИЛА – натрієві і калієві солі жирних кислот, що добре розчиняються у воді. Натрієве мило – тверде, а калієве – рідке.

НЕРОЗЧИННІ МИЛА – кальцієві і магнієві солі жирних кислот.

ГІРКНЕННЯ ЖИРІВ – процес розкладання жирів при тривалому зберіганні на світлі. При цьому утворюються гліцерин і жирні кислоти, які окислюються до альдегідів, кетонів та інших речовин, що мають неприємний запах і є ядами для людини.

ГІДРОГЕНІЗАЦІЯ ЖИРІВ – реакція взаємодії рідкого жиру з воднем, при якій утворюється твердий жир:



СТРУКТУРНИЙ ЖИР – жир, що входить до складу протоплазми і структурних утворень клітин. Вміст його в органах і тканинах людини постійний.

РЕЗЕРВНИЙ ЖИР – жир, який відкладається в жировій тканині на запас. Кількість його змінюється і залежить від харчування, віку, стану нервової системи і діяльності ендокринних залоз.

ФОСФАТИДИ – найбільш розповсюджені в природі жироподібні речовини (ліпоїди), при гідролізі яких утворюються багатоатомні спирти, жирні кислоти, азотовмісткі сполуки і фосфорна кислота.

ЛЕЦИТИНИ – фосфатиди, утворені спиртом гліцерином, жирними кислотами, фосфорною кислотою і аміноспиртом холіном.

СТЕРИНИ – високомолекулярні поліциклічні спирти, що відносяться до жироподібних речовин (ліпоїдів).

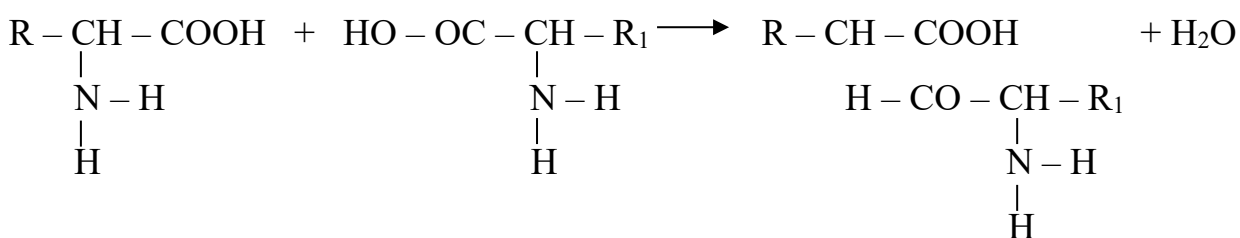
ХОЛЕСТИРИН – найбільш важливий із стеринів. Кристалічна речовина із жирним блиском. Бере участь в утворенні гормонів жовчних кислот, провітаміну Д₃ та інших біологічно важливих сполук.

СТЕРИДИ – складні ефіри, утворені стеринами і жирними кислотами.

БІЛКИ І НУКЛЕЇНОВІ КИСЛОТИ. БУДОВА І ВЛАСТИВОСТІ

БІЛКИ – високомолекулярні органічні сполуки, що утворені із залишків амінокислот, з'єднаних між собою пептидними зв'язками.

ПЕПТИДНИЙ ЗВ'ЯЗОК – ковалентний зв'язок ($-NH-CO$).
Утворюється при взаємодії карбоксильної групи ($-COOH$) однієї амінокислоти з аміногрупою ($-NH_2$) іншої амінокислоти:



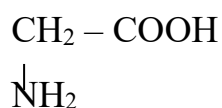
ДОБОВА ПОТРЕБА У БІЛКАХ – кількість харчових білків, що необхідна людині протягом доби. Для дорослої людини дорівнює 1,5 г на 1 кг маси тіла, для спортсменів – до 2,5 – 2,7 г на 1 кг маси тіла.

ЕНЕРГЕТИЧНА ЦІННІСТЬ БІЛКІВ – кількість енергії, яка звільнюється в організмі людини при повному окисленні 1 г білків, дорівнює 4,1 ккал.

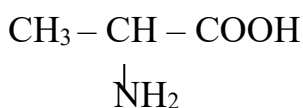
АМІНОКИСЛОТИ – органічні кислоти, що містять одну або декілька аміногруп NH_2 . Кристалічні безбарвні речовини, які розчиняються у воді.

Загальна формула $R-CH-COOH$
 $|$
 NH_2

МОНОАМІНОМОНОКАРБОНОВІ АМІНОКИСЛОТИ – кислоти, до складу яких входить одна аміно- й одна карбоксильна групи:

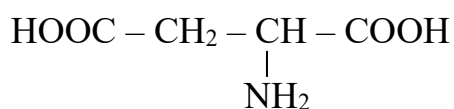


гліцин



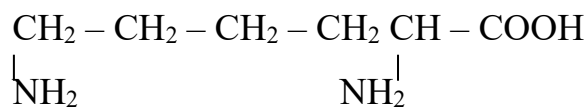
аланін

МОНОАМІНОДИКАРБОНОВІ АМІНОКИСЛОТИ – кислоти, до молекул яких входять одна аміно- і дві карбоксильні групи:



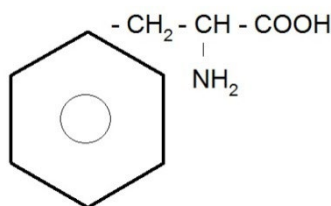
аспарагінова кислота

ДІАМІНОМОНОКАРБОНОВІ АМІНОКИСЛОТИ – кислоти, до молекул яких входить дві аміно- й одна карбоксильна групи:



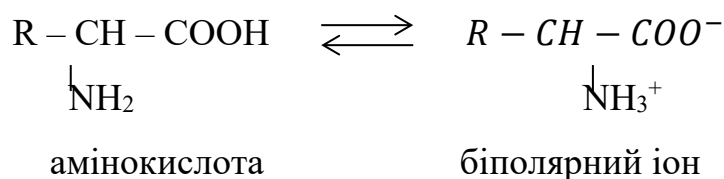
лізин

ЦИКЛІЧНІ АМІНОКИСЛОТИ – амінокислоти, що містять циклічний вуглеводневий радикал



фенілаланін

ЕЛЕКТРОЛІТИЧНА ДИСОЦІАЦІЯ АМІНОКИСЛОТ – процес утворення з молекул амінокислот біполярних іонів



АМФОТЕРНІСТЬ АМІНОКИСЛОТ – здатність амінокислот виявити як кислотні, так і основні властивості. Кислотні властивості визначає карбоксильна група – *COOH*, а основні – аміногрупа – *NH₂*

НЕЗАМІННІ АМІНОКИСЛОТИ – амінокислоти, які не синтезуються в організмі людини і повинні надходити з їжею. До них належать вісім повністю незамінних (треонін, лейцин, ізолейцин, валін, лізин, метіонін, триптофан, фенілаланін) і дві частково незамінні амінокислоти (гістидин, аргінін).

ПОВНОЦІННІ БІЛКИ – харчові білки, що містять повний набір незамінних амінокислот. До них належать білки м'яса, риби, яєць, молока.

ПЕРВИННА СТРУКТУРА БІЛКА – структура, що визначається послідовністю амінокислотних залишків у поліпептидному ланцюжку молекули білка.

ВТОРИННА СТРУКТУРА БІЛКА – спіралеподібна (або складчата) форма поліпептидного ланцюжка, в якому на кожний виток спіралі приходить 3,6 амінокислотних залишка. Міцність спіралі забезпечують водневі зв'язки між атомами водню і кисню. Утворюється на основі первинної структури білка.

ТРЕТИННА СТРУКТУРА БІЛКА – просторове розташування спіралі поліпептидного ланцюжка, що утворює компактне тіло – глобулу. Сталість третинної структури забезпечують водневі, дисульфідні, електростатичні або іонні зв'язки. Утворюється на основі вторинної структури білка.

ЧЕТВЕРТИННА СТРУКТУРА БІЛКА – просторове розташування декількох субодиниць, кожна з яких має свою первинну, вторинну і третинну структуру, а разом вони являють собою єдине молекулярне утворення в структурному і функціональному відношенні. Це найбільш складна структура білкових молекул.

ФІБРИЛЯРНІ БІЛКИ – білки, частки яких мають нитковидну форму. Наприклад, м'язовий білок – міозин, білок сухожиль – колаген та інші.

ГЛОБУЛЯРНІ БІЛКИ – білки, частки яких мають округлу, або еліпсоїдну форму. Наприклад, альбуміни і глобуліни сироватки крові, гемоглобін та інші.

НАТИВНИЙ БІЛОК – білок, що має найбільш стійку структуру. Такий білок виявляє біологічну активність при фізіологічних умовах (температурі та рН середовища).

ДЕНАТУРАЦІЯ БІЛКІВ – процес порушення третинної структури білків, змінення хімічних властивостей і біологічної активності під дією лугів, сильних кислот, солей важких металів (Cu, Pb, Ag, Mg), нагрівання, ультрафіолетового випромінювання.

РЕНАТУРАЦІЯ БІЛКІВ – процес відновлення первинної структури, властивостей і біологічної активності денатурованого білка.

ВИСОЛЮВАННЯ БІЛКІВ – процес осадження білків під дією водовідбірних засобів, таких як: сульфат амонію, хлорид калію. При

видаленні солі та додаванні води осад білка розчиняється, властивості та біологічна активність його відновлюються.

ІЗОЕЛЕКТРИЧНИЙ СТАН БІЛКА – електронейтральний стан білкової частки, при якому кількість позитивних і негативних зарядів її однакова. У цьому стані білок нестійкий і легко випадає в осад.

ПРОТЕЇНИ – прості білки, молекули яких утворюються тільки з амінокислот. Наприклад, альбуміни, глобуліни, гістони тощо.

ПРОТЕЇДИ – складні білки, молекули яких складаються з білкової частини, побудованої з амінокислот, і небілкової частини (простетичної групи) – вуглеводу, ліпиду, нуклеїнової кислоти та інших сполук. Наприклад, фосфопротеїди містять залишок фосфорної кислоти, нуклеопротеїди – нуклеїнові кислоти тощо.

ПОЛІНУКЛЕОТИД – високомолекулярна сполука, що складається з великої кількості з'єднаних один з одним мононуклеотидів.

МОНОНУКЛЕОТИД – сполука, утворена із азотистої основи (пуринової або піромідинової), вуглеводу (рибози або дезоксирибози) і фосфорної кислоти. Наприклад, аденілова кислота, або аденозинмонофосфат (АМФ), аденозинтрифосфат (АТФ) тощо.

НУКЛЕОЗИД – сполука, утворена із азотистої основи і вуглеводу. Наприклад, аденозин – це сполука із аденіну (азотистої основи) і рибози (вуглеводу).

ДЕЗОКСИРИБОНУКЛЕЇНОВА КИСЛОТА (ДНК) – полінуклеотид, який зберігає і передає спадкову інформацію, і, в першу чергу, про структуру білків.

РИБОНУКЛЕЇНОВА КИСЛОТА ІНФОРМАЦІНА (і-РНК) – полінуклеотид, який синтезується на основі певного гену ДНК. Переносить інформацію про структуру білка, до місця синтезу його в клітині (рибосомів).

РИБОНУКЛЕЇНОВА КИСЛОТА РИБОСОМАЛЬНА (р-РНК) – полінуклеотид, що входить до складу рибосом. Складає до 80% загальної РНК клітини, міцно зв'язана з білками.

РИБОНУКЛЕЇНОВА КИСЛОТА ТРАНСПОРТНА (т-РНК) – полінуклеотид, який переносить амінокислоти до рибосомів. Складає 10 – 15% клітинної РНК.

ФЕРМЕНТИ

ФЕРМЕНТИ – біологічно активні білки, які синтезуються в організмі та виконують роль каталізаторів біохімічних реакцій.

КАТАЛІЗАТОР – речовина, що змінює швидкість хімічної реакції, але сама при цьому залишається без змін.

КАТАЛІЗ – явище змінення швидкості хімічної реакції під дією каталізатора.

ШВИДКІСТЬ ХІМІЧНОЇ РЕАКЦІЇ – змінення концентрації однієї з речовин, що вступає у реакцію або утворюється при реакції за одиницю часу. Виражається у моль×с/л.

ГОМОГЕННИЙ КАТАЛІЗ – каталіз, при якому каталізатор і реагуючі речовини знаходяться в одному агрегатному стані.

ГЕТЕРОГЕННИЙ КАТАЛІЗ – каталіз, при якому каталізатор і реагуючі речовини знаходяться в різних агрегатних станах.

ХІМІЧНА РІВНОВАГА – стан оборотної хімічної реакції, при якій швидкість прямої реакції (утворення продуктів реакції) дорівнює швидкості зворотної (новоутворення вихідних речовин). Каталізатор прискорює і пряму, і зворотну реакцію.

ЗАКОН ДЮОЧИХ МАС – швидкість хімічної реакції прямо пропорційна добутку концентрацій реагуючих речовин. Виражається рівністю: $V = K[A][B]$, де V – швидкість хімічної реакції ; K – константа швидкості для даної реакції; $[A]$ та $[B]$ –концентрації реагуючих речовин A та B , виражені в моль/л.

АКТИВНІ МОЛЕКУЛИ – молекули, які мають енергію активації.

ЕНЕРГІЯ АКТИВАЦІЇ – додаткова кількість енергії, яку повинні мати молекули для того, щоб їх зіткнення призвело для утворення нової речовини.

МЕХАНІЗМ ДІЇ ФЕРМЕНТІВ – взаємодія ферменту з субстратом з утворенням фермент-субстратного комплексу, що призводить до зниження енергії активації молекул реагуючих речовин. Наприклад, енергія активації гідролізу сахарози дорівнює 25,6 ккал/моль, а в присутності ферменту сахарози – 8 ккал/моль.

АКТИВНИЙ ЦЕНТР ФЕРМЕНТУ – ділянка на поверхні ферменту, склад і структура якої відповідають молекулі субстрату.

АЛОСТЕРИЧНИЙ ЦЕНТР ФЕРМЕНТУ – ділянка молекули ферменту, при з'єднанні з якою певних речовин змінюється структура активного центру і відповідно активність ферменту.

СУБСТРАТ – речовина, на яку діє фермент.

КОФЕРМЕНТ – небілкова частина ферменту – протейду.

АПОФЕРМЕНТ – білкова частина ферменту – протейду.

ІЗОФЕРМЕНТИ – група ферментів, які каталізують одну й ту ж реакцію, але відрізняються фізико-хімічними властивостями. Наприклад, фермент лактатдегідрогеназа (ЛДГ), каталізуючий оборотну реакцію і перетворення лактату (молочної кислоти) в пировиноградну кислоту, міститься в організмі людини у вигляді п'яти ізоферментів.

ТЕРМОЛАБІЛЬНІСТЬ ФЕРМЕНТІВ – чутливість ферментів до змін температури.

ТЕМПЕРАТУРНИЙ ОПТИМУМ ФЕРМЕНТІВ - інтервал температур від 37 до 40°C, при якому спостерігається найбільша активність ферментів в організмі людини.

СПЕЦИФІЧНІСТЬ ФЕРМЕНТІВ – відповідність структури субстрату активному центру ферменту. Виявляється у здатності ферменту каталізувати певну хімічну реакцію.

ВІДНОСНА СПЕЦИФІЧНІСТЬ ФЕРМЕНТУ – здатність ферменту діяти на декілька речовин, які мають певний тип зв'язку. Наприклад, фермент пепсин каталізує гідроліз харчових білків.

АБСОЛЮТНА (СУВОРА) СПЕЦИФІЧНІСТЬ ФЕРМЕНТУ – здатність ферменту каталізувати перетворення тільки одного субстрату певної структури. Наприклад, фермент мальтаза каталізує гідроліз тільки мальтози.

АКТИВАТОРИ ФЕРМЕНТІВ – молекули або іони, які підвищують активність ферментів. Наприклад, соляна кислота – активатор ферменту пепсину, іони кальцію є активаторами аденозинтрифосфатази м'язів.

ІНГІБІТОРИ ФЕРМЕНТІВ – молекули або іони, які знижують активність ферментів. Наприклад, Hg^{++} , Pb^{++} пригнічують активність майже всіх ферментів.

ПРОФЕРМЕНТ – неактивна форма ферменту. Наприклад, проферментом пепсину є пепсиноген.

ОКСИДОРЕДУКТАЗИ – ферменти, які каталізують окислювально-відновні реакції. До них належать дегідрогенази та оксидази.

ДЕГІДРОГЕНАЗИ – ферменти, які каталізують відщеплення і перенесення атомів водню з одного субстрату на інший в процесі біологічного окислення речовин.

ОКСИДАЗИ – ферменти, які каталізують перенесення атомів водню на молекулярний кисень у процесі біологічного окислення.

ТРАНСФЕРАЗИ – ферменти, які каталізують реакції перенесення атомів або груп атомів від однієї речовини до іншої.

ГІДРОЛАЗИ – ферменти, які каталізують реакції гідролізу речовин.

ЛАЗИ – ферменти, які каталізують реакції негідролітичного відщеплення від субстрату груп атомів або розрив вуглецевого ланцюжка з'єднання.

ІЗОМЕРАЗИ – ферменти, які каталізують реакції ізомеризації речовин.

ЛІАЗИ – ферменти, які каталізують реакції біосинтезу різних речовин в організмі.

ВІТАМІНИ. ГОРМОНИ.

Вітаміни – біологічно активні, життєво необхідні молекулярні сполуки, які не синтезуються в організмі людини, надходять із їжею. Вони є регуляторами обміну речовин.

ГІПОВІТАМІНОЗ – стан організму, пов'язаний із порушенням обміну речовин при недостатньому вмісті в ньому вітаміну.

ЗАГАЛЬНІ ОЗНАКИ ГІПОВІТАМІНОЗІВ – зниження працездатності організму, поганий сон, пригнічений настрій, зниження апетиту, низька опірність інфекційним і простудним захворюванням, сухість шкіри, порча зубів та ін.

ПРИЧИНИ ГІПОВІТАМІНОЗІВ – нестача вітамінів у їжі, порушення процесів засвоєння вітамінів при шлунково-кишкових захворюваннях, лікування антибіотиками і сульфаніламідними препаратами, інтенсивна м'язова діяльність.

АВІТАМІНОЗ – стан організму, пов'язаний з тяжким порушенням обміну речовин і функцій при повній відсутності в ньому вітаміну. Наприклад, при авітамінозі С хворіють на цингу, при авітамінозі В₁ - на поліневрит тощо.

ГІПЕРВІТАМІНОЗ – стан організму, який спостерігається при надмірному вмісті вітаміну.

ВІТАМІНИ АНТИГЕМОРАГІЧНІ – вітаміни, які підвищують сталість стінок кровоносних судин і зсідання крові. До них належать вітаміни С та В₁₂.

ВІТАМІНИ, ЩО РЕГУЛЮЮТЬ ЗІР – вітаміни, які підвищують гостроту зору, сприйнятливість різних кольорів і адаптацію до темряви. До них належать вітаміни А, С, В₂.

ВІТАМІНИ АНТИІНФЕКЦІЙНІ – вітаміни, які стимулюють утворення антитіл, підсилюють захисні властивості шкіри і фагоцитоз. До них належать вітаміни А, С і усі вітаміни групи В.

ВІТАМІНИ ЖИРОРОЗЧИННІ – вітаміни, які не розчиняються у воді, розчиняються в жирах. Їх молекули мають циклічну структуру з довгими вуглеводневими ланцюжками. Мають гідрофобні властивості. До них належать вітаміни А, D, Е, К.

ВІТАМІНИ ВОДРОЗЧИННІ – вітаміни, які розчиняються у воді, не розчиняються у жирах. До них належать вітаміни С, Н, Р та всі вітаміни групи В. Молекули їх мають меншу масу, ніж молекули жиророзчинних вітамінів. Мають гідрофільні властивості.

ВІТАМІН В₁ (ТІАМІН) – гетероциклічна сполука, яка утворює в організмі складний ефір - тіамінпірофосфат (ТПФ), який є коферментом процесу окислювального декарбоксілювання пірвіноградної кислоти. Бере участь у регуляції обміну вуглеводів. Добова доза складає 2-3 мг. Міститься в пивних дріжджах, кукурудзі, м'ясі, хлібі, яйцях та інших продуктах.

ГІПОВІТАМІНОЗ В₁ – стан організму, при якому спостерігається м'язова слабкість, безсоння, порушення серцевої діяльності, рухової діяльності організму і функцій шлунково-кишкового тракту.

АВІТАМІНОЗ В₁ – стан організму, при якому відмічається запалення нервових стовбурів і параліч.

ВІТАМІН В₂ (РИБОФЛАВІН) – гетероциклічна сполука, утворена ізоалаксазином і спиртом рибітолом. Входить до складу коферменту флавінаденіндинуклеотиду (ФАД) ферментів дегідрогеназ. Бере участь у біологічному окисненні речовин. Добова доза складає 2-4 мг. Міститься в тих самих продуктах, що і вітамін В₁.

ГІПОВІТАМІНОЗ В₂ – стан організму, при якому спостерігається затримка росту організму, фурункульоз, судоми.

АВІТАМІНОЗ В₂ – стан організму, при якому спостерігається порушення діяльності центральної нервової системи, світлобоязнь, запалення слизової оболонки рота та язика, тріщинки у кутках рота.

ВІТАМІН В₃ (ПАНТОТЕНОВА КИСЛОТА) – складна органічна сполука, що входить до складу коферменту А (К_o-А) - небілкової

частини ферменту ацетилювання. Бере участь у процесах біологічного окислення, обміну вуглеводів білків та ліпідів.

АВІТАМІНОЗ В₃ – стан організму, при якому спостерігається ушкодження шкіри (дерматити), втрата волосся, зниження утворення антитіл.

ВІТАМІН В₅ або РР (нікотинова кислота та її амід) - одноосновна гетероциклічна кислота або її амід. Входить до складу коферменту нікотинамідаденіндинуклеотиду /НАД/ ферментів дегідрогеназ. Бере участь у біологічному окисленні речовин, діє як судинорозширювальне. Добова доза складає 10-15 мг. Міститься в хлібі, рисі, печінці, м'ясі, рибі та інших продуктах.

ГІПОВІТАМІНОЗ В₅ – стан організму, при якому спостерігається втрачання апетиту, безсоння, швидка стомлюваність.

АВІТАМІНОЗ В₅ – стан організму, при якому спостерігаються розлад психіки, ушкодження на відкритих місцях шкіри (дерматити).

ВІТАМІН В₆ (ПРИДОКСИН, ПРИДОКСАЛЬ, ПРИДОКСАМІН) – гетероциклічні сполуки, похідні піридину. Входить до складу коферменту піридоксальфосфату (ПФ) ферментів амінотрансфераз і декарбоксилаз амінокислот. Добова доза складає 2-3 мг. Міститься в тих самих продуктах, що й вітаміни В₁, В₂, В₅.

ГІПОВІТАМІНОЗ В₆ - стан організму, при якому спостерігаються запалення шкіри, м'язова слабкість, втрачання апетиту, часте запаморочення, підвищена дратівливість.

ВІТАМІН В₁₂ (ЦІАНКОБАЛАМІН) – складна органічна сполука, яка містить кобальт. Підсилює синтез нуклеїнових кислот і окислення глюкози в тканинах, бере участь у перенесенні метильних груп, у реакціях ацетилювання і перетворення каротину у вітамін А. Регулює процеси кровотворення. Добова доза складає 1 мкг. Міститься в печінці, молоці, яйцях.

Авітаміноз В₁₂ – стан організму, при якому розвивається злякисне недокрів'я (анемія).

Вітамін В₁₅ (дангамова кислота) – складній ефір, входить до складу коферменту ферментів метилтрансфераз. Підвищує стійкість організму до гіпоксії (нестачі кисню), стимулює синтез глікогену в м'язах і печінці та креатинфосфату в м'язах, підсилює інтенсивність обміну ліпідів.

ФОЛІЄВА КИСЛОТА – складна органічна сполука, регулює синтез нуклеїнових кислот, стимулює утворення еритроцитів.

ГІПОВІТАМІНОЗ ФОЛІЄВОЇ КИСЛОТИ – стан організму, при якому спостерігається порушення пігментації шкіри, посивіння.

ВІТАМІН С (АСКОРБІНОВА КИСЛОТА) – негранична органічна сполука, близька за будовою до гексоз (простих вуглеводів), дисоціююча у воді з утворенням іонів водню. Бере участь у процесах біологічного окислення і синтезу стероїдних гормонів, забезпечує міцність стінок кровоносних судин, є активатором багатьох ферментів, гальмує синтез холестерину і прискорює його розпад. Добова доза складає 75-100 мг. Міститься в ягодах чорної смородини, шипшини, червоному перці, зеленій цибулі, цитрусових та інших фруктах і овочах.

ГІПОВІТАМІНОЗ С – стан організму, при якому спостерігається швидка стомлюваність, кровоточивість ясен, лущення шкіри обличчя, головні болі.

АВІТАМІНОЗ С – стан організму, при якому спостерігається ураження стінок кровоносних судин, крововиливи, пошкодження ясен і зубів, головні болі.

ВІТАМІН Р (РУТИН) – група флавононів (рослинних пігментів). Бере участь в окислювально-відновних процесах разом із вітаміном С. Добова доза складає 50 – 100 мг. Міститься в ягодах чорної смородини, сливах, чорниці, винограді, журавлині.

АВІТАМІНОЗ Р – стан організму, при якому підвищується проникність кровоносних судин, відмічається загальна слабкість організму.

ВІТАМІН Н (БІОТИН) – гетероциклічна карбонова кислота, є коферментом карбоксилювання. Бере участь у синтезі жирних кислот і пуринових основ. Добова доза складає 10 мг. Міститься в дріжджах, жовтці яєць, печінці, молоці, бобових.

АВІТАМІНОЗ Н – стан організму, при якому спостерігається лущення шкіри, облісіння, втрачання апетиту, м'язові болі.

ВІТАМІН А (РЕТИНОЛ) – циклічний ненасичений спирт. Регулює гостроту зору й адаптацію в темряві, процеси розподіл клітин, обмін мінеральних речовин. Добова доза 2,5 мг. Міститься в риб'ячому жирі, печінці, вершковому маслі, жовтці яєць, сирах, молоці.

ГІПОВІТАМІНОЗ А – стан організму, при якому спостерігається затримка росту організму, сухість шкіри, утворення каміння в печінці та нирках, “куряча сліпота”.

АВІТАМІНОЗ А – стан організму, при якому спостерігається ороговіння рогової очей і втрачання зору.

ГІПЕРВІТАМІНОЗ А – стан організму, при якому спостерігається головний біль, часті запаморочення, загальна слабкість, лущення шкіри, блювання, випадіння волосся.

ВІТАМІН Е (ТОКОФЕРОЛ) – складна гетероциклічна сполука. Підсилює використання кисню тканинами, регулює процеси розподілу клітин, підсилює синтез креатинфосфату в м'язах, синтез глікогену в печінці, синтез ацетилхоліну в нервово-м'язових синапсах. Впливає на обмін кальцію, фосфору й окислення жирних кислот, сприяє синтезу І-РНК. Добова доза складає 30–50 мг. Міститься в рослинній олії, горосі, пшениці, квасолі, капусті, зеленій цибулі та інших продуктах.

ГІПОВІТАМІНОЗ Е – стан організму, при якому спостерігається м'язова слабкість і випадіння волосся.

АВІТАМІНОЗ Е – стан організму, при якому спостерігаються порушення процесів розмноження, розвивається м'язова дистрофія.

ВІТАМІН D (КАЛЬЦИФЕРОЛ) – група неграничних циклічних спиртів, близьких будовою до стеринів. Регулює обмін кальцію і фосфору, функціональну активність клітинних мембран. Добова доза складає 0,025 мг. Міститься в тих самих продуктах, що й вітамін А.

ГІПОВІТАМІНОЗ D – стан організму, при якому спостерігається деформація черепа, кривизна ніг і затримка росту у дітей, що пов'язане з порушенням мінерального, білкового, вуглеводного і ліпідного обміну.

ГІПЕРВІТАМІНОЗ D – стан організму, при якому спостерігається блювання, жага, відкладення кальцію у нирках, серці, печінці та інших органах, порушення структури клітинних мембран.

ВІТАМІН К (ФІЛОХІНОН) – група складних циклічних органічних сполук, схожих за будовою. Регулює синтез білків крові та ферментів, що беруть участь у травленні їжі в шлунково-кишковому тракті. Впливає на процеси зсідання крові та функціональну активність біологічних мембран. Є активатором ряду ферментів. Добова доза складає 10-15 мг. Міститься в шпинаті, капусті, кропиви, зелених помідорах, соєвому маслі та інших продуктах.

ГІПОВІТАМІНОЗ К – стан організму, при якому спостерігаються крововиливи.

ВІТАМІН F (НЕНАСИЧЕНІ ЖИРНІ КИСЛОТИ) – ліолева, ліноленова та арахідонова кислоти. Регулює синтез фосфатидів, обмін холестерину. Стимулює біологічну дію водорозчинних вітамінів. Добова доза складає 1000 мг. Міститься в рослинній олії.

АВІТАМІНОЗF – стан організму, при якому розвивається атеросклероз, тобто необоротні зміни стінок кровоносних судин.

“ДЕКАМЕВІТ” – полівітамінний комплекс, що містить вітаміни А, В₁, В₂, В₁₂, С, Е, Р, РР, фолієву кислоту і амінокислоту метіонін. Використовується в спортивній практиці при фізичному перевтомленні, розладах сну й апетиту, при лікуванні антибіотичними і сульфамідними препаратами.

“УНДЕВІТ” – полівітамінний комплекс, який містить у меншій дозі ті самі вітаміни, що й “ДЕКАМЕВІТ”, тільки замість метіоніну – вітамін В₃. Показання до застосування аналогічні показанням до застосування “ДЕКАМЕВІТУ”.

“АЕРОВІТ” – полівітамінний комплекс, який містить вітаміни А, В₁, В₂, В₃, В₆, В₁₂, С, Е, Р, РР, фолієву кислоту. Використовується в практиці спорту для підвищення вестибулярної стійкості та стимуляції фізичної та розумової працездатності організму.

ГОРМОНИ – біологічно активні, життєвонеобхідні органічні сполуки, що виробляються залозами внутрішньої секреції (ендокринними). Є регуляторами обміну речовин в організмі.

ГІПОФІЗ – ендокринна залоза. Це нижній придаток мозку, який складається з трьох часток, кожна з яких виробляє специфічні гормони. У людини середня частка недорозвинена.

ЩИТОВИДНА ЗАЛОЗА – парна ендокринна залоза, частки якої розташовані по обидві сторони нижньої частини гортані і трахеї.

ПАРАЩИТОВИДНА ЗАЛОЗА – ендокринна залоза, яка складається з чотирьох часток, розташованих попарно на задній поверхні щитовидної залози.

ПІДШЛУНКОВА ЗАЛОЗА – залоза з подвійною функцією. Основна її частина є залозою травлення, а інша частина (острівки Лангерганса) має ендокринну функцію. Розташована у вигині шлунку.

НАДНИРКОВІ ЗАЛОЗИ – парна ендокринна залоза. Розташовані на верхніх полюсах нирок. Складається з кори та мозкового шару.

СТАТЕВІ ЗАЛОЗИ – сім'яники (чоловічі залози) і яєчники (жіночі залози).

ГІПОФУНКЦІЯ ЕНДОКРИННОЇ ЗАЛОЗИ – недостатнє виділення гормону в кров.

ГІПЕРФУНКЦІЯ ЕНДОКРИННОЇ ЗАЛОЗИ – надмірне виділення гормону в кров.

ТИРОКСИН – основний гормон щитовидної залози. Утворюється із амінокислоти тирозину, містить йод. Регулює обмін білків, вуглеводів, ліпідів, теплообмін та функції нервової системи.

ОЗНАКИ ГІПОФУНКЦІЇ ЩИТОВИДНОЇ ЗАЛОЗИ – знижений обмін речовин, в'ялість, набрякання, ожиріння, затримка фізичного і психічного розвитку.

ГІПЕРФУНКЦІЯ ЩИТОВИДНОЇ ЗАЛОЗИ – стан організму, при якому посилюється обмін речовин, спостерігається схудлість, витрішкуватість, нервозність.

ПАРАТГОРМОН - гормон паращитовидної залози, білок. Регулює обмін кальцію і фосфору, синтез сечовини із аміаку.

ОЗНАКИ ГІПОФУНКЦІЇ ПАРАЩИТОВИДНОЇ ЗАЛОЗИ – підвищення збудженості нервової системи, судом.

ГІПЕРФУНКЦІЯ ПАРАЩИТОВИДНОЇ ЗАЛОЗИ – стан організму, при якому спостерігається відкладання солей кальцію в нирках та інших м'яких тканинах організму.

ІНСУЛІН – гормон підшлункової залози, білок. Підсилює синтез глікогену із глюкози в м'язах і печінці, синтез жиру із вуглеводів, синтез білків та І-РНК у печінці. Впливає на проникність клітинних мембран для глюкози та інших речовин.

ГЛЮКАГОН – гормон підшлункової залози, поліпептид. Підсилює розпад глікогену до глюкози в печінці, мобілізацію жирних кислот із жирової тканини, синтез жиру із вуглеводів.

ЦУКРОВИЙ ДІАБЕТ – захворювання організму, викликане недостатнім виділенням інсуліну або надмірним виділенням глюкагону в кров. Ознаки: надмірність глюкози в крові (гіперглікемія) і виділення глюкози з сечею (глюкозурія).

АДРЕНАЛІН – гормон мозкового шару надниркових залоз, утворюється з амінокислоти тирозину. Підсилює окислення речовин, розпад глікогену до глюкози, розпад жирів у жировій тканині. Бере участь у

передачі нервових імпульсів, підвищує частоту серцевих скорочень і артеріальний тиск крові.

НОРАДРЕНАЛІН – гормон мозкового шару надниркових залоз. Утворюється із амінокислоти тирозину. Регулює ті самі процеси, що й адреналін, але обмін вуглеводів слабше, а передачу нервових імпульсів сильніше, ніж адреналін.

ГЛЮКОКОРТИКОЇДИ – гормони кори надниркових залоз, стероїди. Регулюють синтез вуглеводів із амінокислот і жирних кислот, мобілізацію й окислення жиру. Діють як протизапальний засіб.

МІНЕРАЛКОРТИКОЇДИ – гормони кори надниркових залоз, стероїди. Регулюють обмін води і мінеральних солей, величину осмотичного тиску крові.

ОЗНАКИ ГІПОФУНКЦІЇ КОРИ НАДНИРКОВИХ ЗАЛОЗ – пігментація шкіри, схудлість, м'язова і серцева слабкість, порушення водно-мінерального обміну.

СОМАТОТРОПНИЙ ГОРМОН (СТГ) – гормон нижньої частини гіпофізу, білок. Регулює синтез білків, І-РНК, Р-РНК. Підсилює мобілізацію жирних кислот із жирової тканини і транспорт їх у печінку. Гальмує використання глюкози в тканинах. Стимулює виділення глюкагону підшлунковою залозою.

ОЗНАКИ НЕСТАЧІ СТГ – карликовий зріст організму (нижчий за 130 см) при нормальному психічному розвитку.

ОЗНАКИ НАДМІРНОСТІ СТГ – гігантизм (зріст, вищий за 2м). У людей середнього віку спостерігається розростання деяких виступаючих частин тіла (носа, нижньої щелепи, язика, рук, ступенів ніг).

ТИРЕОТРОПНИЙ ГОРМОН (ТТГ) – гормон передньої частини гіпофізу, білок. Регулює синтез гормонів щитовидної залози.

АДРЕНОКОРТИКОТРОПНИЙ ГОРМОН (АКТГ) – гормон передньої частини гіпофізу, поліпептид. Регулює синтез гормонів кори надниркових залоз. Підвищує ефективність ферментів ліпази і фосфорилази.

ВАЗОПРЕСИН – гормон задньої частини гіпофізу, поліпептид. Регулює виділення із організму води, іонів натрію і калію. Діє як антидіуретичний засіб. Здійснює антидіуретичну дію.

АНДРОГЕНИ – чоловічі статеві гормони, стероїди. Синтезуються у сім'яниках і у невеликій кількості в корі надниркових залоз. Визначають вторинні статеві ознаки. Стимулюють синтез білків і окислення жирних кислот.

ЕСТРОГЕНИ – жіночі статеві гормони, стероїди. Синтезуються в яєчниках, плаценті і в невеликій кількості в сім'яниках і корі надниркових залоз. Регулюють обмін вуглеводів, білків і пуринових сполук. Є активаторами ферментів аеробного окислення в циклі Кребса. Стимулюють окислення жирних кислот.

ТКАНИННІ ГОРМОНИ – речовини, які виробляються в деяких тканинах, дія їх нагадує гормональну. Наприклад, шлунок виробляє гастрин, який стимулює утворення соляної кислоти і виділення шлункового соку.

ЗАГАЛЬНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ ОБМІНУ РЕЧОВИН В ОРГАНІЗМІ

ОБМІН РЕЧОВИН (МЕТАБОЛІЗМ) – суворо підпорядкована система біохімічних реакцій, необхідних для підтримки життєдіяльності організму. Включає засвоєння із зовнішнього середовища різних речовин, складні перетворення їх в організмі та виділення у навколишнє середовище незасвоєних продуктів розпаду.

АНАБОЛІЗМ (АСИМІЛЯЦІЯ) – сукупність біохімічних реакцій в організмі, спрямованих на синтез речовин, оновлення зруйнованих клітинних структур, накопичення енергії.

КАТАБОЛІЗМ (ДИСИМІЛЯЦІЯ) – сукупність біохімічних реакцій, спрямованих на розпад речовин, використання раніше накопиченої енергії та виділення продуктів розпаду в зовнішнє середовище.

ОБМІН ІЗ ЗОВНІШНІМ СЕРЕДОВИЩЕМ – надходження поживних речовин в організм і виділення кінцевих продуктів розпаду.

ОБМІН ПРОМІЖНИЙ – усі перетворення речовин у клітинах, тканинах, органах.

ОБМІН ПЛАСТИЧНИЙ – частина проміжного обміну, до якого належать процеси оновлення структур організму за рахунок біосинтезу нових молекул, в основному білків. Пластичний обмін супроводжується поглинанням енергії.

ОБМІН ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ – частина проміжного обміну, що містить процеси розпаду речовин і звільнення енергії. Функціональний обмін інакше називається енергетичним обміном.

КЛІТИНА – структурна одиниця живого організму.

ЯДРО – структурна частина клітини, де здійснюється синтез нуклеїнових кислот /ДНК і РНК/, які беруть участь у біосинтезі білка.

МІТОХОНДРІЇ – структурні утворення клітин, в яких ідуть реакції аеробного окислення речовин і процеси окислювального фосфорилування.

РИБОСОМИ – структурні утворення, де відбувається синтез білкових молекул.

ЛІЗОСОМИ – структурні утворення клітини, в яких містяться ферменти, що беруть участь у процесах руйнування внутрішньоклітинних структур і міжклітинної речовини при їхньому відмиранні.

ЕНДОПЛАЗМАТИЧНА СІТКА – розгалужена внутрішньоклітинна судинна сітка, яка складається із трубочок, резервуарів, призначених для переносу речовин. На зовнішній стороні поверхні цієї сітки відбувається синтез багатьох речовин клітини.

ОБОЛОНКА КЛІТИНИ – напівпроникна мембрана, яка обмежує вміст клітини.

ЦИТОПЛАЗМА – рідке середовище клітини, в якому розміщені всі структурні утворення клітини.

ГАЗООБМІН – процеси поглинання організмом кисню та виділення у навколишнє середовище двооксиду вуглеводу.

АЗОТИСТИЙ БАЛАНС – співвідношення кількості азоту, що надходить з їжею і виділеного з організму людини за добу.

МІКРОБІОПСІЯ – метод вилучення мікрочастки тканини із м'язів або іншого органу за допомогою спеціальної голки.

МЕТОД МІЧЕНИХ АТОМІВ – метод вивчення проміжного обміну шляхом введення в організм речовин, у молекулах яких містяться радіоактивні ізотопи таких елементів, як фосфор, вуглець, азот, йод та ін.

БІОЕНЕРГЕТИКА

СИСТЕМА – обмежена частина цілого.

СИСТЕМА ЗАКРИТА – система, ізольована від зовнішнього середовища.

СИСТЕМА ВІДКРИТА – система, яка знаходиться у постійному обміні речовин та енергії з зовнішнім середовищем.

ЕНЕРГІЯ СИСТЕМИ ВІЛЬНА – та частина енергії, яка може бути використана для здійснення роботи.

ЕНЕРГІЯ СИСТЕМИ РОЗСІЯНА – та частина енергії, яка не використовується для здійснення роботи.

РЕАКЦІЯ ДЕГІДРУВАННЯ – реакція, при якій від молекули речовини відщеплюються атоми водню.

ОКСИДОРЕДУКТАЗИ – клас ферментів, що беруть участь у процесах біологічного окислення.

ДЕГІДРОГЕНАЗИ – ферменти, які відбирають і переносять атоми водню від однієї речовини до іншої.

ОКСИДАЗИ – ферменти, які здійснюють приєднання електронів до атомів кисню.

КОФЕРМЕНТ – небілкова частина молекули ферменту–протеїду.

НАД (нікотинамідаденіндинуклеотид) - кофермент дегідрогенази, що відщеплює атоми водню від субстрату. Складається з нікотинаміду (вітамін РР), рибозо-фосфату і аденілової кислоти (нікотинамід-рибоза-фосфорна кислота; аденін-рибоза-фосфорна кислота).

ФАД – (флавінаденіндинуклеотид)– кофермент дегідрогенази, що відщеплює атоми водню від відновленого НАД (НАД Н₂). Складається з флавіну (вітамін В₂), спирту рибітолу, фосфорної та аденілової кислоти (флавін–рибітол–фосфатна кислота; аденін–рибоза–фосфорна кислота).

АДЕНІНОВА КИСЛОТА – мононуклеотид, що складається з азотистої основи аденіну, вуглецю, рибози і фосфорної кислоти.

УБІХІНОН (Ко-Q) – кофермент дегідрогенази, що відбирає атоми водню від відновленого ФАД (ФАД Н₂).

ЦИТОХРОМИ – система ферментів, що здійснюють перенесення електронів від відновленого убіхінону (КоQ·Н₂) до кисню. Ці ферменти містять атоми заліза, які, змінюючи свою валентність, можуть приєднувати і віддавати електрони.

ЦИТОХРОМОКСИДАЗИ (цитохром а₃) – останній в ланцюзі цитохромів, що здійснює перенесення електронів безпосередньо до кисню.

КАТАЛАЗА – фермент, у присутності якого відбувається розпад перекису водню за рівнянням $\text{H}_2\text{O}_2 \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{O}$.

ОКИСЛЕННЯ АЕРОБНЕ – процеси окислення, що відбувається в присутності кисню, який є акцептором електронів і протонів водню.

ОКИСЛЕННЯ АНАЕРОБНЕ – процеси окислення, що відбуваються без участі кисню.

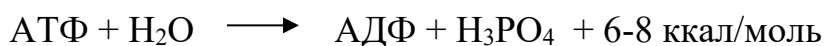
МАКРОЕРГІЧНІ СПОЛУКИ – сполуки, в молекулах яких містяться багаті енергією хімічні зв'язки. Ці зв'язки позначаються хвилястою лінією.

АДЕНОЗИНТРИФОСФАТНА КИСЛОТА (АТФ) – основна макроергічна сполука, що складається з аденілової кислоти і пірофосфату:

аденін-рибоза-фосфат ~ фосфат ~ фосфат

У молекулі АТФ містяться два макроергічних зв'язки, при гідролізі кожного з них виділяється 6-8 ккал енергії на моль.

АДЕНОЗИНДИФОСФОРНА КИСЛОТА (АДФ) – макроергічна сполука, яка звичайно утворюється при відщепленні фосфорної кислоти від молекули АТФ за допомогою аденозинтрифосфатази (АТФ-ази):



КРЕАТИНФОСФАТ (КФ) – макроергічна сполука, що використовується для ресинтезу АТФ в основному в м'язах і нервовій системі:



Реакція відбувається за участю ферменту креатинфосфокінази.

РЕСИНТЕЗ АТФ – реакція утворення АТФ із АДФ шляхом фосфорилування.

ФОСФОРИЛЮВАННЯ СУБСТРАТНЕ – процеси ресинтезу АТФ в анаеробних умовах при взаємодії АДФ з макроергічними сполуками, що містять фосфор (КФ, ДФПС, ФЕПВК).

ДИФОСФОГЛЩЕРИНОВА КИСЛОТА (ДФГК) – макроергічна сполука, що утворюється в процесі анаеробного окислення вуглеводів. Бере участь у гліколітичному фосфорилуванні.

ФОСФОРИЛЮВАННЯ ОКИСЛЮВАЛЬНЕ – процеси ресинтезу АТФ в аеробних умовах за рахунок енергії біологічного окислення.

x , y , z – умовні позначення складних білків, що виконують роль зв'язуючих факторів між процесами біологічного окиснення і ресинтезом АТФ при окислювальному фосфорилуванні.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ЕФЕКТ – відношення кількості енергії, акумульованої в молекулах АТФ, до загальної кількості енергії, що звільнилася в даному процесі. Виражається у відсотках. Енергетичний ефект окислювального фосфорилування дорівнює 50%, субстратного (за участю КФ) - 80%, ДФГК і ФЕПВК - 33-37 %.

ЕКЗЕРГОНІЧНІ РЕАКЦІЇ – реакції, що відбуваються зі звільненням енергії. Наприклад, реакції синтезу речовин.

ЕНДЕРГОНІЧНІ РЕАКЦІЇ – реакції, що відбуваються з поглинанням енергії. Наприклад, реакції синтезу речовин.

ОКИСЛЕННЯ ВІЛЬНЕ – процес біологічного окислення, при якому енергія не акумулюється в молекулах АТФ, а розсіюється у вигляді тепла.

ОБМІН ВУГЛЕВОДІВ

ПЕРЕВАРЮВАННЯ ВУГЛЕВОДІВ – ферментативний процес хімічних перетворень харчових вуглеводів у шлунково-кишковому тракті.

АМІЛАЗА СЛИНИ – фермент, який каталізує гідроліз крохмалю і декстринів у ротовій порожнині при рН = 6,8-7,2.

АМІЛАЗА ПІДШЛУНКОВА – фермент який каталізує гідроліз крохмалю і декстринів у дванадцятипалій кишці при рН = 7,5-9,0.

МАЛЬТАЗА – фермент, який каталізує гідроліз вуглеводу мальтози. Розрізняють мальтазу слини і мальтазу кишкового соку.

САХАРАЗА – фермент кишкового соку, який каталізує гідроліз вуглеводу сахарози.

ЛАКТАЗА – фермент кишкового соку, який каталізує гідроліз вуглеводу лактози.

ДЕКСТРИНИ – продукти неповного гідролізу крохмалю, відносяться до полісахаридів.

ГІПЕРГЛІКЕМІЯ – стан організму, при якому вміст глюкози в крові перевищує норму (вище 120 мг %).

ГІПОГЛІКЕМІЯ – стан організму, при якому вміст глюкози в крові нижчий за норму (нижче 70мг %).

ГЛЮКОЗА – багатоатомний альдегідоспирт, належить до моносахаридів. Основне джерело енергії в організмі людини. Відомі ациклічна і циклічна молекули глюкози:

ТІАМІНПРОФОСФАТ (ТПФ) І ЛПОЄВА КИСЛОТА (ЛК)– коферменти декарбоксилази піровиноградної кислоти.

КОФЕРМЕНТ – *A (КоА)* - кофермент ацетилювання, що каталізує перетворення піровиноградної кислоти в ацетил.

ЦИКЛ ТРИКАРБОНОВИХ КИСЛОТ КРЕБСА – система хімічних реакцій, у ході яких ацетил - *КоА* окислюється до води і двооксиду вуглецю. Здійснюється в мітохондріях клітини в аеробних умовах.

ІНСУЛІН – гормон підшлункової залози, що стимулює синтез глікогену із глюкози у печінці та м'язах, підвищує рівень глюкози у крові, регулює синтез жиру із продуктів неповного окислення вуглеводів.

АДРЕНАЛІН – гормон мозкової речовини надниркових залоз, стимулює розпад глікогену до глюкози у печінці та м'язах, підвищує рівень глюкози у крові, регулює розпад жиру в клітинах тканини.

ГЛЮКАГОН – гормон підшлункової залози, стимулює розпад глікогену до глюкози тільки в печінці.

ТИРОКСИН – гормон щитовидної залози, стимулює окислення глюкози і глікогену, регулює окислення жирів.

ГЛЮКОКОРТИКОЇДИ – гормони кори надниркових залоз, гальмують окислення глюкози із продуктів розпаду: жирів і білків.

АДРЕНОКОРТИКОТРОПНИЙ ГОРМОН (АКТГ) І СОМАТОТРОПНИЙ ГОРМОН (СТГ)– гормони гіпофізу, підсилюють викид у кров глюкокортикоїдів, регулюють мобілізацію жиру з депо.

ОБМІН ЛІПІДІВ

ПЕРЕВАРЮВАННЯ ЛІПІДІВ – ферментативний процес хімічних перетворень, харчових ліпідів у травному тракті.

ЕМУЛЬСІЯ – дисперсна система, що складається з двох рідин, які не змішуються. Приклад, краплини жиру у воді.

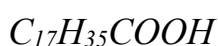
ЕМУЛЬГАТОРИ – речовини, які знижують поверхневий натяг жирових часток, це веде до роздрібнення їх на більш дрібні та перешкоджає злипанню.

ЛПАЗА – фермент, що каталізує гідроліз жиру на гліцерин і жирні кислоти. Розрізняють шлункову, підшлункову і тканинні ліпази.

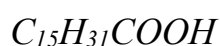
ЖОВЧНІ КИСЛОТИ – органічні сполуки, що виділяються у складі жовчі з печінки в тонкий кишечник. Беруть участь у процесах емульгування жирів, активізації підшлункової ліпази і всмоктування жирних кислот у тонкому кишечнику.

ХІЛОМІКРОНИ – транспортна форма жиру, що є комплексом жиру з білком.

ЖИРНІ КИСЛОТИ НАСИЧЕНІ – граничні карбонові кислоти.

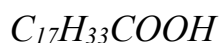


стеаринова

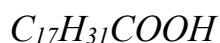


пальмітинова

ЖИРНІ КИСЛОТИ НЕНАСИЧЕНІ – неграничні карбонові кислоти.



олеїнова



лінолева

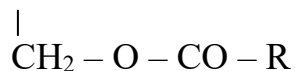
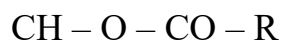
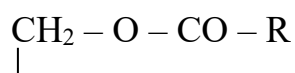


ліноленова

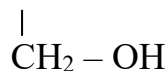
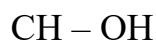
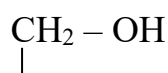
ЖИРНІ КИСЛОТИ НЕЕТЕРИФІКОВАНІ (НЕЖК) – комплекси жирних кислот із білками. Це транспортна форма жирних кислот.

ЖИРОВЕ ДЕПО – місце накопичення жиру в організмі людини (сальник, брижа, легені, підшкірна клітковина).

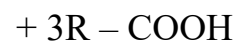
ГЛІЦЕРИН – триатомний спирт, один з продуктів гідролізу жиру:



жир



гліцерин



жирні кислоти

ФОСФОГЛЦЕРИНОВИЙ АЛЬДЕГІД – загальний проміжний продукт окислення гліцерину і вуглеводів. Через цю сполуку можливе взаємоперетворення жирів і вуглеводів.

АЦЕТИЛКОФЕРМЕНТ *A* – загальний проміжний продукт окислення жирних кислот, гліцерину і вуглеводів, ряду амінокислот.

КЕТОНОВІ ТІЛА – проміжні продукти обміну ліпідів. До них належать β -оксималяна і ацетооцтова кислоти, що утворюються при окисленні жирних кислот.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ЦЕНТР ОКИСЛЕННЯ – кількість молів АТФ, яка ресинтезується за рахунок енергії окислення одного моля речовин. Енергетичний ефект окислення гліцерину дорівнює 19 АТФ, жиру (тристеарину) – 477 АТФ.

ЖИРОВА ІНФІЛЬТРАЦІЯ ПЕЧІНКИ – накопичення надлишку жиру в клітинах печінки, що ослаблює її функціональну діяльність.

ЛІПОТРОПНІ РЕЧОВИНИ – сполуки, що попереджають жирову інфільтрацію печінки. До них належать амінокислота метіонін, азотвмісний спирт холін, ненасичені жирні кислоти, вітамін *B*₁₅.

КЕТОНЕМІЯ – явище значного підвищення вмісту кетонів тіл у крові. Спостерігається при голодуванні, тривалій фізичній роботі та в стані крайньої втоми організму.

СОМАТОТРОПНИЙ, ТИРЕОТРОПНИЙ, АДРЕНКОРТИКОТРОПНИЙ ГОРМОНИ – гормони гіпофізу, що регулюють мобілізацію жиру з депо, підсилюють викид у кров глюкокортикоїдів.

ТИРОКСИН – гормон щитовидної залози, регулює окислення глюкози і глікогену.

ІНСУЛІН – гормон підшлункової залози, регулює синтез жиру із продуктів неповного окислення вуглеводів, стимулює синтез глікогену із глюкози в печінці та м'язах, знижує рівень глюкози в крові.

СТАТЕВІ ГОРМОНИ – підсилюють розпад ліпідів і гальмують перетворення вуглеводів у жири.

АДРЕНАЛІН – гормон мозкової речовини надниркових залоз, регулює розпад жиру в клітинах тканин, стимулює розпад глікогену до глюкози в печінці та м'язах, підвищує рівень глюкози в крові.

ОБМІН БІЛКІВ І НУКЛЕЇНОВИХ КИСЛОТ

АЗОТИСТИЙ БАЛАНС – співвідношення кількості азоту, що надійшов із їжею і виділився із організму людини за добу.

ПОВНОЦІННІ БІЛКИ – харчові білки, що містять повний набір незамінних амінокислот. До них належать білки м'яса, риби, яєць і молока.

НЕЗАМІННІ АМІНОКИСЛОТИ – амінокислоти, які синтезуються в організмі людини і повинні надходити з їжею. Їх десять: треонін, лейцин, ізолейцин, валін, лізин, метіонін, триптофан, фенілаланін, гістидин, аргінін. Гістидин і аргінін частково замінні.

ПЕПСИН – фермент шлункового соку, що каталізує гідроліз харчових білків при $\text{pH} = 1.5 - 2.5$.

ПЕПСИНОГЕН – неактивна форма пепсину.

СОЛЯНА КИСЛОТА (HCL) – складова частина шлункового соку. Активує пепсиноген і викликає набухання харчових білків у шлунку.

АЛЬБУМОЗИ І ПЕПТОНИ – суміш високомолекулярних поліпептидів, утворюється при частковому гідролізі харчових білків у шлунку.

ТРИПСИН І ХІМОТРИПСИН – ферменти, що каталізують гідроліз білків і поліпептидів у дванадцятипалій кишці при $\text{pH} = 7.5 - 9.0$.

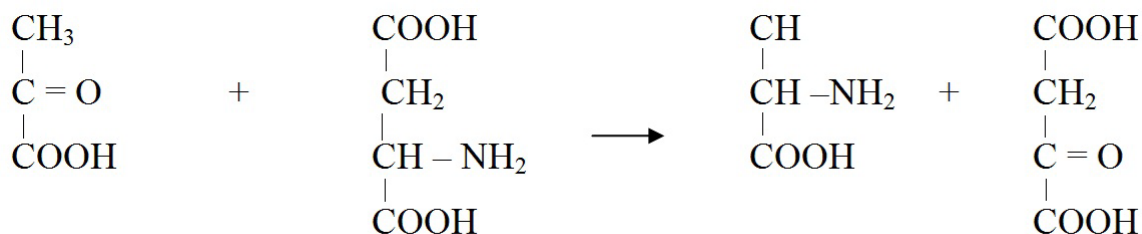
ТРИПСИНОГЕН І ХІМОТРИПСИНОГЕН – неактивні форми трипсину і хімотрипсину, що містяться у підшлунковому соці. Активатором трипсиногену є фермент етеропептидаза, а хімотрипсиногену – трипсин.

ПЕПТИДАЗИ – ферменти кишкового соку, які закінчують гідроліз поліпептидів до амінокислот.

КАТЕПСИНИ – система клітинних ферментів, що каталізує гідроліз тканинних білків.

ПЕРЕАМІНУВАННЯ АМІНОКСИЛОТ – реакція взаємодії

амінокислоти з кетокислотою:



пірвіноградна

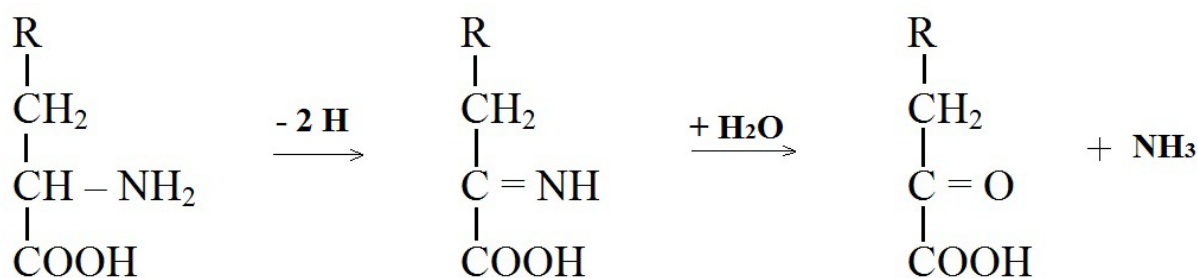
аспарагінова

аланін

шавлевоцетна

АМІНОТРАНСФЕРАЗИ – ферменти, що каталізують переамінування амінокислот. Кофермент – вітамін B_6 .

ДЕЗАМІНУВАННЯ АМІНОКСИЛОТ ОКИСЛЕНЕ – реакція відщеплення аміногрупи від молекули амінокислоти з утворенням кетокислоти і аміаку, відбувається в дві стадії:



амінокислота

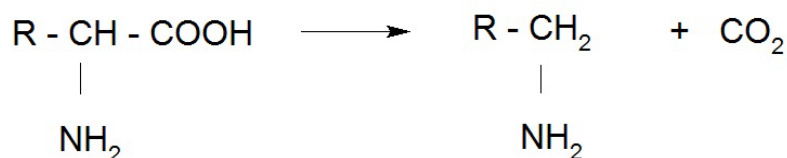
амінокислота

кетокислота

аміак

ФЕРМЕНТИ – дегідрогенази й оксидаза амінокислот.

ДЕКАРБОКСИЛЮВАННЯ АМІНОКСИЛОТ – реакція відщеплення карбоксильної групи від молекули амінокислоти з утворенням аміну і двооксиду вуглецю:

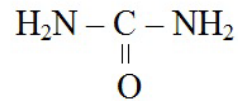


амінокислота

амін

ДЕКАРБОКСИЛАЗИ – ферменти, що каталізують реакцію декарбоксілювання амінокислот. Кофермент- вітамін B_6 .

СЕЧОВИНА – кінцевий продукт білкового обміну:



Утворюється в печінці з аміака і двооксиду вуглецю із затратою енергії АТФ.

ДЕЗОКСИРИБОНУКЛЕЇНОВА КИСЛОТА /ДНК/ - полінуклеотид, що зберігає і передає спадкову інформацію організму і, в першу чергу, про структуру білків.

ПОЛІНУКЛЕОТИД – високомолекулярна сполука, що складається з великої кількості мононуклеотидів.

МОНОНУКЛЕОТИД – сполука, молекула якої складається з азотистої основи, пентози і фосфорної кислоти.

АЗОТИСТІ ОСНОВИ – похідні пуринів (аденін і гуанін) і піримидинів (урацил, цитозин, тимін).

ПЕНТОЗА – вуглевод, належить до моносахаридів. Розрізняють рибозу і дезоксирибозу :



рибоза



дезоксирибоза

ГЕН – ділянка ДНК, що зберігає інформацію про структуру певного білка.

ХРОМОСОМИ – ядерні тільця, в яких синтезуються і знаходяться молекули ДНК.

РИБОНУКЛЕЇНОВА КИСЛОТА ІНФОРМАЦІЙНА (І-РНК) – полінуклеотид, синтезується на основі певного гена ДНК, переносить інформацію про структуру білка до рибосомів і є матрицею при синтезі білка.

КОДОН (ТРИПЛЕТ)– ділянка І-РНК, складається з трьох нуклеотидів, кодує певну амінокислоту.

РИБОСОМИ – структурні утворення в клітині, де відбувається синтез білкових молекул.

ВОДА ІМОБІЛЬНА – вода, що знаходиться між молекулами внутрішньоклітинних білків і у складі клітинних мембран.

ВОДА ВІЛЬНА – вода, що входить у склад біологічних рідин (лімфи, крові, сечі, слини, травних соків, тощо).

ВОДА ЕНДОГЕННА – вода, яка утворюється в організмі при окисленні органічних речовин. При окисленні 100г жирів утворюється 107г води, вуглеводів - 55г, білків - 41г.

ВАЗОПРЕСИН – гормон задньої долі гіпофізу, регулює затримку води та іонів натрію в організмі.

ДЕПОНУВАННЯ ВОДИ – тимчасова затримка води у шкірі та печінці.

МАКРОЕЛЕМЕНТИ – основні хімічні елементи, що входять до складу речовин, з яких побудовані клітини організму: С, Н, О, Р, N, S, Са, К, Na, Mg, Се, Fe. Вміст кожного з макроелементів бульш, ніж 10^{-3} % від загальної маси тіла.

МІКРОЕЛЕМЕНТИ – основні хімічні елементи, які присутні в організмі в незначної кількості: Cu, Со, Mn, В, Rn, та інші. Вміст кожного з елементів – від 10^{-3} до 10^{-6} % від загальної маси тіла.

УТЛЬТРАМІКРОЕЛЕМЕНТИ – хімічні елементи, вміст яких в організмі складає менше 10^{-6} % від загальної маси тіла. До них належать: Hg, Ag, Au, та інші.

МІНЕРАЛКОРТИКОЇДИ – гормони кори надниркових залоз, регулюють обмін води та мінеральних речовин.

ПАРАТГОРМОН – гормон прищитовидних (паращитовидних) залоз, регулює вміст кальцію в крові.

ОСМОС – процес одностороннього руху молекул розчинника (води) через напівпроникну мембрану в бік розчину з високою концентрацією речовин.

ОСМОТИЧНИЙ ТИСК – сила, що здійснює осмос.

АКТИВНА РЕАКЦІЯ СЕРЕДОВИЩА – співвідношення концентрацій іонів водню (H^+) та іонів гідроксиду (OH^-) у розчині або рідкому середовищі організму.

ВОДНЕВИЙ ПОКАЗНИК (pH) - кількісний показник активної реакції середовища. Він дорівнює негативному логарифму концентрації іонів водню. Водневий показник може мати такі значення: від 1 до 7 (кисле середовище), 7 (нейтральне середовище) і від 7 до 14 (лужне середовище).

СИСТЕМИ БУФЕРНІ – хімічні системи із слабких кислот (або основ) та їх солей, білків, які здатні з'єднувати надлишок іонів водню і гідроксиду та зберігати постійну активну реакцію середовища.

ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК І РЕГУЛЯЦІЯ ПРОЦЕСІВ ОБМІНУ РЕЧОВИН В ОРГАНІЗМІ

СТАДІЯ ПІДГОТОВЧА ОБМІНУ РЕЧОВИН – ферментативний гідроліз вуглеводів, білків і жирів у системі травлення.

СТАДІЯ УНІВЕРСАЛІЗАЦІЇ ОБМІНУ РЕЧОВИНИ – перетворення в клітинах організму вуглеводів (глюкози і глікогену), гліцерину, жирних кислот і деяких амінокислот (лізину, лейцину, тирозину) на ацетил- КоА.

СТАДІЯ ОКИСЛЕННЯ В ЦИКЛІ КРЕБСА – перетворення ацетил- КоА на двооксид водню і воду - кінцеві продукти обміну. Цей процес пов'язаний з дихальним ланцюжком біологічного окислення, відбувається в мітохондріях.

РЕГУЛЯЦІЯ НЕРВОВА – швидкодіюча регуляція швидкості хімічних реакцій, що відбувається в клітинах організму під впливом нервової системи.

РЕГУЛЯЦІЯ ЕНДОКРИННА - регуляція обміну речовин, яку здійснюють гормони.

ГОРМОНИ – біологічно активні речовини, утворюються в ендокринних залозах і можуть бути активаторами або інгібіторами, репресорами або індукторами ферментів.

АКТИВАТОРИ ФЕРМЕНТІВ – молекули речовин або іони, під дією яких ферменти набувають активності.

ІНГІБІТОРИ ФЕРМЕНТІВ – молекули речовин або іони, під дією яких ферменти стають неактивними.

РЕПРЕСОРИ – речовини, що пригнічують синтез білків-ферментів.

ІНДУКТОРИ – речовини, що підвищують швидкість синтезу білків-ферментів.

САМОРЕГУЛЯЦІЯ – автоматична регуляція обміну речовин у клітинах організму шляхом зміни швидкості хімічних реакцій.

САМОРЕГУЛЯЦІЯ ТЕРМІНОВА – зміна активності ферментів при зміні умов у клітині (температурі, рН середовища, концентрації коферментів і їх доступності).

ФЕРМЕНТ РЕГУЛЯТОРНИЙ – найменш активний фермент, що бере участь у біохімічному процесі і визначає швидкість усього процесу в цілому.

АКТИВНИЙ ЦЕНТР ФЕРМЕНТУ – ділянка молекули ферменту, що має певну структуру, при зіткненні з якою відбувається каталізуюча дія на субстрат.

АЛОСТЕРИЧНИЙ ЦЕНТР ФЕРМЕНТУ – ділянка молекули ферменту, яка при взаємодії з іншою речовиною /наприклад, із продуктом реакції, змінює просторову структуру ферменту і впливає на його активність.

АДАПТАЦІЯ – тривала саморегуляція обміну речовин, при якій змінюється хімічний склад і кількість ферментів у клітині. •

ГЕН-РЕГУЛЯТОР – ділянка молекули ДНК, регулює активність структурних генів, змінюючи активність гена-оператора.

ГЕН-ОПЕРАТОР – ділянка молекули ДНК, вмикає процес синтезу білка на основі структурного гена.

ГЕН-СТРУКТУРНИЙ – ділянка молекули ДНК, містить інформацію про структуру певного білка.

БІОХІМІЯ М'ЯЗІВ ТА М'ЯЗОВОГО СКОРОЧЕННЯ

ПОПЕРЕЧНО-СМУГАСТІ М'ЯЗИ – м'язи, які в основному забезпечують процес руху, більшість з них прикріплені до скелету, що й зумовило їх назву – скелетні м'язи.

СКЕЛЕТНІ М'ЯЗИ – підвласні свідомому контролю, скорочуються незалежно один від одного. До поперечно-смугастих м'язів, крім скелетних, відносяться також м'язи язика і верхньої третини стравоходу, зовнішні м'язи очного яблука та інші. До них відноситься також серцевий м'яз, що біохімічно та структурно відрізняється від скелетних м'язів.

ГЛАДКІ М'ЯЗИ – м'язи, які не контролюються нашою свідомістю. В основному це м'язи, які мимовільно скорочуються, м'язи стінок кровоносних судин, внутрішніх органів і кишечника.

БІЛІ М'ЯЗОВІ ВОЛОКНА – це (анаеробні) волокна, які швидко скорочуються, погано забезпечуються кров'ю, мають мало мітохондрій, мають низьку активність гексокинази і високу активність фосфорилази і АТФ-ази міозина.

ЧЕРВОНІ М'ЯЗОВІ ВОЛОКНА – це волокна (аеробні), які повільно скорочуються, добре забезпечуються кров'ю, мають багато мітохондрій, мають високу активність гексокинази і низьку активність фосфорилази і АТФ-ази міозина.

МІОФІБРИЛИ – скорочувальні елементи м'яза, знаходяться всередині м'язового волокна. Кожна міофібрила складається з кількох паралельних ниток (філаментів) двох видів – товстих і тонких, які розташовані в ній гексагонально: кожний товстий філамент оточений шістьма тонкими. Товсті нитки складаються з міозину, тонкі – з актину.

САРКОЛЕМА – ліпопротеїдна мембрана, яка покриває м'язове волокно і виконує функцію виборчої проникності для різних речовин, також відокремлює внутрішній вміст м'язового волокна від міжклітинної рідини, яка його омиває.

САРКОПЛАЗМА – внутрішній вміст м'язового волокна, в якому містяться органіди м'язової клітини, а також розчинні білки, глікоген, жири і мікроелементи, саркоплазма відрізняється від цитоплазми більшості клітин накопиченням великої кількості глікогену і вмісту міоглобіну – складного білка, за будовою і функціями аналогічного білку крові – гемоглобіну.

T-СИСТЕМА – сітка поперечних трубок, які перетинають саркоплазму, безпосередньо пов'язаних із зовнішньою мембраною волокна. T-СИСТЕМА забезпечує швидку передачу нервових імпульсів елементам ретикулуму, що призводить до збільшення в них іонів Ca^{2+} , що поступають до міофібрил, які запускають процес м'язового скорочення. Забезпечує постачання до внутрішньої частини м'язового волокна речовин, які переносяться позаклітинними рідинами: глюкози, кисню, іонів.

САРКОПЛАЗМАТИЧНИЙ РЕТИКУЛУМ – органіди м'язового волокна, який являє собою сітку поздовжних трубок, розташованих паралельно міофібрилам, створюючи петлі навколо них. Є місцем накопичення іонів Ca^{2+} , які мають велике значення для м'язового скорочення.

МІОЗИН – основний скорочувальний білок м'язів. Складає біля 2/3 білків скелетних м'язів. Кожна молекула міозину складається з двох переплетених протеїнових пучків. Один кінець кожного пучка утворює глобулярну головку, яка називається міозиною головою. Міозин має ферментну АТФ-азну активність, яка виявляється в присутності іонів Ca^{2+} . Під впливом міозину АТФ розщеплюється на АДФ + H_3PO_4 з виділенням енергії, яка використовується для м'язового скорочення.

АКТИН – важливий скорочувальний білок м'язів. Він може існувати в двох формах: глобулярній – G-актин і фібрилярній – F-актин. F-актин є полімером G-актину та має структуру двохланцюгової спіралі. F-актин активує АТФ-азу міозину, що створює рушійну силу, яка викликає ковзання тонких (актинових) і товстих (міозинових) ниток відносно одна одної.

ТРОПОНІН – регуляторний білок м'язів, локалізований в тонких (актинових) нитках, має глобулярну структуру, складається з трьох

субодиниць: С, Т, І. В м'язах тропонін з'єднується з актином і блокує його активні центри. Ця блокада знімається після поглинання тропоніном іонів Ca^{2+} .

ТРОПОМІОЗИН В – регуляторний білок м'язів, який має нитчасту спиралізовану структуру та розташований в борозенці спирального ланцюжка F-актина. Тропоміозин В утворює комплекс з тропоніном, який називають розслаблюючим білком, так як він пов'язаний з процесом розслаблення міофібрили, яка скоротилася.

МІОСТРОМІНИ – білки, що складають основу м'язової стріми, додають їй еластичності, що має велике значення для розслаблення м'язів після їх скорочення. В поперечно-смугастих м'язах представлені головним чином колагеном та еластином.

МІОГЛОБІН – складний білок м'язів, який відносять до групи хромопротеїдів, за будовою та функціями подібний білку крові – гемоглобіну. Він володіє більшими здібностями зв'язування з киснем (в 5 разів), ніж гемоглобін. Є запасним резервуаром кисню у м'язах.

БІОЕНЕРГЕТИЧНІ ПРОЦЕСИ ПРИ М'ЯЗОВІЙ ДІЯЛЬНОСТІ

РЕСИНТЕЗ АТФ – процеси, які забезпечують поповнення запасів АТФ шляхом фосфорилування АДФ неорганічним фосфатом (відновлювання енергії), відбувається за сумарним рівнянням:



МАКСИМАЛЬНА ПОТУЖНІСТЬ – найбільша швидкість звільнення енергії, яка використовується для ресинтезу АТФ, в тому чи іншому процесі (найбільша кількість АТФ, яка ресинтезується за одиницю часу).

ШВИДКІСТЬ РОЗГОРТАННЯ – оцінюється часом від початку роботи до моменту досягнення процесом максимальної потужності.

МЕТАБОЛІЧНА МІСТКІСТЬ – загальна кількість енергії, яка може бути звільнена в процесі розпаду речовини до вичерпання можливостей його мобілізації (загальна кількість ресинтезованої АТФ).

ЕФЕКТИВНІСТЬ ПРОЦЕСУ – характеризується відношенням кількості енергії, витраченої на виконання механічної роботи, до спільної кількості звільненої енергії. Розрізняють термодинамічну, метаболічну і механічну ефективність.

ТЕРМОДИНАМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ – оцінюється тією частиною енергії АТФ, яка перетворюється в механічну роботу. В механічну роботу перетворюється 40-49% (0,4%) енергії, звільненої при розщепленні АТФ.

МЕТАБОЛІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ – показує, яка частина звільненої в ході хімічних перетворень енергії фіксується в макроергічних фосфатних зв'язках АТФ. Для аеробного окислення вуглеводів максимальна метаболічна ефективність складає біля 60%.

МЕХАНІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ – кількісно характеризує здібність організму використовувати енергію хімічних зв'язків різних енергетичних джерел для забезпечення м'язової роботи. Вона розраховується як добуток термодинамічної ефективності і метаболічної.

АНАЕРОБНІ ПРОЦЕСИ РЕСИНТЕЗУ АТФ – процеси відновлення енергії в організмі, які здійснюються в умовах недостатнього постачання організму киснем. Анаеробні процеси ресинтезу АТФ перевищують аеробні процеси за швидкістю розгортання, характеризуються більш високою максимальною потужністю, не залежать від постачання кисню. Однак за метаболічною місткістю поступаються аеробному процесу. Виділяють 3 основних анаеробних процеси:

- креатинфосфокіназна реакція – (алактатний анаеробний процес). Ресинтез АТФ відбувається за рахунок перефосфорилування між креатинфосфатом і АДФ. Ця реакція відіграє вирішальну роль в забезпеченні короточасних вправ максимальної потужності.
- гліколіз – (лактатний анаеробний процес). Ресинтез АТФ здійснюється в ході анаеробного розщеплення вуглеводів, процес закінчується утворенням молочної кислоти. Гліколіз має невелику ефективність, приблизно половина всієї звільненої енергії перетворюється в тепло і може бути використана при

роботі. Метаболічна місткість гліколізу більше, ніж в 10 разів вище місткості креатинфосфокіназної реакції, однак максимальна потужність гліколізу приблизно в 1,5 рази нижча потужності креатинфосфокіназного механізму. Цей процес відіграє важливу роль у забезпеченні вправ субмаксимальної потужності.

- міокіназна реакція – ресинтез АТФ здійснюється за рахунок фосфорилування визначеної частини АДФ. Ця реакція здійснюється в м'язах при значному підвищенні кількості АДФ в саркоплазмі.



Така ситуація виникає при вираженій м'язовій втомі, коли швидкість процесів, які беруть участь у ресинтезі АТФ, не відповідає швидкості розщеплення АТФ. З цієї точки зору, міокіназна реакція є аварійним механізмом, який забезпечує ресинтез АТФ в умовах, коли його неможливо здійснювати іншими засобами.

АЕРОБНИЙ ШЛЯХ РЕСИНТЕЗУ АТФ – основний процес відновлення АТФ в організмі (за його рахунок забезпечується 90% загальної кількості АТФ, що ресинтезується в організмі). Цей процес здійснюється в умовах достатнього постачання організму киснем. Характеризується високою ефективністю, великою метаболічною місткістю, широким колом субстратів окислення (вуглеводи, ліпіди, продукти білкового обміну), відсутністю накопичення в організмі токсичних продуктів обміну. Кінцевими продуктами аеробного окислення є CO_2 і H_2O . Однак багатостадійність цього процесу, тяжкий шлях транспорту кисню до робочих органів і обмежені можливості систем, які забезпечують цей транспорт, обмежують аеробний процес ресинтезу АТФ за максимальною потужністю. Для цього процесу характерна також низька швидкість розгортання.

ДИНАМІКА БІОХІМІЧНИХ ЗМІН ПРИ РОБОТІ. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ВТОМИ

КИСНЕВИЙ ЗАПИТ – кількість кисню, необхідний організму для задоволення його енергетичних потреб за рахунок аеробних процесів.

КИСНЕВИЙ ПРИХІД – кількість кисню (становить тільки частину кисневого запиту), яка потрібна організму при інтенсивній м'язовій діяльності.

КИСНЕВИЙ ДЕФІЦИТ – різниця між кисневим запитом і кисневим приходом.

ІСТИННИЙ СТІЙКИЙ СТАН ПО СПОЖИВАННЮ КИСНЮ – спостерігається при виконанні вправ невеликої аеробної потужності (50% від МВК) і характеризується постійним рівнем кількісної відповідності між кисневим запитом і задоволенням організму в кисні.

ХИБНИЙ СТІЙКИЙ СТАН ПО СПОЖИВАННЮ КИСНЮ – спостерігається при виконанні вправ максимальної аеробної потужності (85-100% від МПК), коли потреба в кисні деякий час (6-10 хв.) підтримується на постійному мінімальному рівні не тому, що потреба організму в кисні повністю задовольняється, а за рахунок того, що вичерпані можливості серцево-судинної системи при постачанні кисню до тканин.

ПОРІГ АНАЕРОБНОГО ОБМІНУ (ПАНО) – найменша потужність вправи, при якій в енергетичному забезпеченні роботи на всьому протязі, поряд з аеробними процесами, приймають участь анаеробні реакції (гліколіз).

СТАТИЧНИЙ РЕЖИМ РОБОТИ М'ЯЗІВ – характеризується пониженням швидкості кровообігу, в результаті чого ускладнюється постачання м'язів киснем, поживними речовинами, знижується швидкість усунення продуктів обміну. Біохімічні зміни при такій роботі пов'язані в основному з участю анаеробних процесів ре синтезу АТФ. До таких вправ відносяться збереження пози при утриманні стійки на кистях (у гімнастів), в момент вистрілу (у стрілка).

ДИНАМІЧНИЙ РЕЖИМ РОБОТИ М'ЯЗІВ – характеризується значно кращим постачанням кисню до тканин, в такій роботі велика роль аеробних процесів. Більшість фізичних вправ відносяться до динамічних (ходьба, біг, плавання).

ЛОКАЛЬНА РОБОТА – робота, у виконанні якої приймає участь менше 1/3 всіх м'язів тіла; в організмі в цілому викликає незначні біохімічні зрушення. В енергетичному забезпеченні локальної роботи велика заслуга анаеробних процесів. (Стрільба з лука, з пістолета, певні гімнастичні вправи).

РЕГІОНАЛЬНА РОБОТА – забезпечується участю від 1/3 до 1/2 всіх м'язів тіла, що викликає більш значні біохімічні зрушення порівняно з локальною роботою. Енергозабезпечення регіональної роботи здійснюється за рахунок аеробних процесів. (Гімнастичні вправи, які виконуються тільки м'язами рук і поясу верхніх кінцівок, м'язами тулуба та ін.).

ГЛОБАЛЬНА РОБОТА – забезпечується участю більше 1/2 всіх м'язів тіла, викликає значні біохімічні зрушення у всіх органах і тканинах. Енергозабезпечення здійснюється за рахунок аеробних процесів. (Біг, веслування, їзда на велосипеді та ін.).

ВТОМА – стан організму, викликаний сукупністю змін, що відбуваються в різних органах, системах і організмі в цілому в період виконання м'язової роботи, характеризується тимчасовим зниженням працездатності. Розрізняють дві форми втоми: швидко розвинуту та повільно наростаючу.

БІОХІМІЧНІ ЗМІНИ В ОРГАНІЗМІ В ПЕРІОД ВІДПОЧИНКУ ПІСЛЯ М'ЯЗОВОЇ РОБОТИ

ВІДНОВЛЕННЯ ОРГАНІЗМУ – ліквідація біохімічних змін, які виникли в м'язах та інших органах під час виконання м'язової роботи.

КИСНЕВИЙ БОРГ – підвищені потреби кисню після виконання м'язової роботи порівняно з перед робочим станом. Кисневий борг завжди

більший кисневого дефіциту. Чим більша інтенсивність і тривалість роботи, тим більша ця різниця.

ШВИДКИЙ (АЛАКТАТНИЙ) КОМПОНЕНТ O₂-БОРГУ – характеризується використанням O₂ на синтез макроергів – АТФ і креатин фосфату, ресатурацію міоглобіну, відновлення вмісту O₂ в рідинах тіла, забезпечення посиленої легеневої вентиляції. Оплата кисневого боргу наполовину здійснюється за 27-30 с., повністю за 3-5 хв.

ПОВІЛЬНИЙ (ЛАКТАТНИЙ) КОМПОНЕНТ O₂-БОРГУ – характеризується використанням O₂ частково на окислення значної доли молочної кислоти, а головним чином на окислення ліпідів – основних джерел енергії в період відновлення, а також і для процесу глюконеогенезу з лактату та інших попередників глюкози.

ТЕРМІНОВЕ ВІДНОВЛЕННЯ – характеризується усуненням накопичених за час роботи продуктів анаеробного розпаду і оплатою O₂-боргу, що виник. Продовжується від 0,5-1,5 годин відпочинку після роботи.

ВІДСТАВЛЕНЕ ВІДНОВЛЕННЯ – характеризується посиленням протікання пластичного обміну і нормалізацією порушеної під час роботи іонної та ендокринної рівноваги в організмі. Закінчується відновлення енергетичних запасів організму. Процес відставленого відновлення поширюється на довгі години відпочинку після роботи.

ГЕТЕРОХРОННІСТЬ ВІДНОВЛЕННЯ – різночасність відновлення. Найшвидше відновлюються резерви O₂ і креатинфосфату в робочих м'язах, потім запаси глікогену м'язів і печінки (від 12 до 48 годин). В останню чергу відновлюються резерви жирів і порушені при роботі білкові структури (від 12 до 72 годин).

СУПЕРКОМПЕНСАЦІЯ (понадвідновлення) – фаза, в якій у певний момент відпочинку після роботи запаси енергетичних речовин перевищують їх до робочий рівень. Це явище минає, тривалість цієї фази за часом залежить від загальної тривалості виконання роботи та глибини біохімічних порушень в організмі, викликаються нею.

БІОХІМІЧНІ ФАКТОРИ СПОРТИВНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ

БІОЕНЕРГЕТИЧНІ МОЖЛИВОСТІ ОРГАНІЗМУ (АНАЕРОБНІ ТА АЕРОБНІ) – є провідним біохімічним фактором, що визначає спортивну працездатність.

РОБОТА МАКСИМАЛЬНОЇ ПОТУЖНОСТІ – анаеробна робота, яка триває до 30 сек. Виконується вона, в основному, за рахунок креатинфосфокіназної реакції (алактатного анаеробного процесу), максимальна потужність якого досягається через 1-3 сек. після початку інтенсивної вправи. Значного накопичення лактату не відбувається, але можливе підключення гліколізу в забезпечення таких короткочасних навантажень, що буде супроводжуватися підвищенням складу лактату в працюючих м'язах.

РОБОТА СУБМАКСИМАЛЬНОЇ ПОТУЖНОСТІ – ця робота триває до 5 хв. В залежності від темпу та тривалості роботи належить до зон анаеробного лактатного (гліколітичного) та анаеробно-аеробного енергетичного забезпечення. Провідним стає вклад анаеробного гліколізу, максимальна інтенсивність якого досягається через 30-40 сек. після початку інтенсивної вправи. Внаслідок чого відбувається накопичення внутрішньоклітинних концентрацій лактату, закислення середовища, розвиток дефіциту НАД і аутоінгібування процесу.

РОБОТА ВЕЛИКОЇ ПОТУЖНОСТІ – аеробно-анаеробна робота, яка триває до 40 хв. Провідним механізмом енергозабезпечення є аеробний процес (75-98%), але роль гліколізу ще досить велика.

РОБОТА ПОМІРНОЇ ПОТУЖНОСТІ – аеробна робота, яка триває більше 40 хв. Характеризується практично повним аеробним енергозабезпеченням і можливістю тривалого виконання в залежності від конкретної потужності.

БІОХІМІЧНІ ПРОЦЕСИ ПРИ АДАПТАЦІЇ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ ДО ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПІД ВПЛИВОМ СИСТЕМАТИЧНИХ ЗАНЯТЬ ФІЗИЧНИМИ ВПРАВАМИ ТА СПОРТОМ

ЕТАП ТЕРМІНОВОЇ АДАПТАЦІЇ – це безпосередня відповідь організму на одноразову дію фізичного навантаження. Вона реалізується на основі готових, сформованих раніше біохімічних механізмів і зводиться переважно до змін енергетичного обміну і пов'язаних з ним функцій вегетативного обслуговування.

ЕТАП ДОВГОЧАСНОЇ АДАПТАЦІЇ – характеризується біохімічними змінами, які розвиваються в організмі поступово (на основі багаторазової реалізації термінової адаптації), як результат підсумовування слідів повторюваних навантажень і пов'язаний з виникненням в організмі структурних і функціональних змін, які помітно збільшують його адаптаційні можливості.

ТЕРМІНОВИЙ ТРЕНУВАЛЬНИЙ ЕФЕКТ – характеризується величиною біохімічних змін в організмі, які відбуваються під час виконання різних фізичних навантажень і в період термінового відновлення (0,5-1 год. після закінчення навантаження).

ВІДСТАВЛЕНИЙ ТРЕНУВАЛЬНИЙ ЕФЕКТ – характеризується біохімічними змінами, які виникають на пізніх фазах відновлення.

КУМУЛЯТИВНИЙ ТРЕНУВАЛЬНИЙ ЕФЕКТ - характеризується біохімічними змінами, які виникають в результаті послідовного підсумовування слідів багатьох навантажень чи більшого числа термінових і відставлених ефектів. Кумулятивний тренувальний ефект виражається в підвищенні спортивних результатів.

ПОЗИТИВНИЙ ТРЕНУВАЛЬНИЙ ЕФЕКТ – виражається в підвищенні функціональних можливостей організму. Спостерігається тільки в тому випадку, коли при постановці тренувального процесу повторне навантаження за часом співпадає з фазою суперкомпенсації.

НЕГАТИВНИЙ ТРЕНУВАЛЬНИЙ ЕФЕКТ – спостерігається, якщо при постановці тренувального процесу повторна робота починається у фазі неповного відновлення, що при достатньо великому числі повторень навантажень призводить до стану перетренування.

БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ШВИДКІСНО-СИЛОВИХ ЯКОСТЕЙ СПОРТСМЕНІВ.

СИЛА – здатність спортсмена протидіяти опору за рахунок напруження м'язів. Розвиток сили знаходиться у прямій залежності від кількості в м'язах скорочувальних білків актину та міозину; АТФ-азної активності міозину; від довжини саркомеру і м'язового волокна в цілому; особливостей виникнення і проведення хвилі збудження у нервових та м'язових волокнах, а також від швидкості ресинтезу АТФ і накопичення у м'язах креатинфосфату і глікогену.

ШВИДКІСТЬ – здатність спортсмена здійснювати рухові дії за мінімальний час. Прояв швидкості пов'язаний з утворенням цілої системи умовних рефлексів, а також формуванням високої рухливості процесів збудження та гальмування нервової системи. Біохімічні фактори прояву швидкості в більшості такі, як і сили.

Важливим біохімічним фактором швидкісно-силових якостей являється кількість швидко та повільно скорочувальних волокон у м'язах.

ПОТУЖНІСТЬ – похідна сили і швидкості виконання спортсменом рухових дій.

БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ ВИТРИВАЛОСТІ СПОРТСМЕНІВ.

ВИТРИВАЛІСТЬ – важлива фізична якість спортсмена, яка визначає загальний рівень його працездатності.

АЛАКТАТНИЙ КОМПОНЕНТ ВИТРИВАЛОСТІ – характеризується запасами креатинфосфату в робочих м'язах і економністю його використання при роботі, стійкістю ферментів алактатної анаеробної системи (АТФ-ази

міозину і креатинфосфокінази) в умовах накопичення продуктів анаеробного розпаду.

ГЛІКОЛІТИЧНИЙ (ЛАКТАТНИЙ) КОМПОНЕНТ ВИТРИВАЛОСТІ – визначається вуглеводними ресурсами організму, економністю їх використання, активністю ферментів гліколізу, а також компенсативними реакціями, які забезпечують здатність продовження роботи в умовах швидко зростаючих анаеробних змін в організмі.

АЕРОБНИЙ КОМПОНЕНТ ВИТРИВАЛОСТІ – визначається величиною мобілізуючих енергетичних резервів організму (вуглеводів, жирів, білків), швидкістю функціонування і стійкістю систем, які забезпечують постачання кисню до робочих органів, а також кількістю і активністю ферментів аеробного обміну.

ОСОБЛИВОСТІ БІОХІМІЧНИХ ЗМІН В ОРГАНІЗМІ ПРИ ЗАНЯТТЯХ РІЗНИМИ ВИДАМИ СПОРТУ

ЦИКЛІЧНІ ВПРАВИ – характеризуються багаторазовим повторенням стереотипних циклів рухів і відносно постійною потужністю навантаження (біг, ходьба, біг на ковзанах і на лижах, плавання, веслування, їзда на велосипеді та ін.).

АЦИКЛІЧНІ ВПРАВИ – вправи, під час виконання яких різко змінюється характер рухової активності і потужність навантаження. (Спортивні ігри, одноборства, метання, стрибки, гімнастичні та акробатичні вправи, вправи на водних та гірських лижах та ін.).

ПЕРЕДСТАРТОВИЙ СТАН – сформована сукупність біохімічних змін в організмі людини, яка виникла в процесі постійного тренування певним видом фізичних вправ і яка призводить до формування умовних рефлексів на виконувану роботу.

РОЗМИНКА – виконання вправ, що виконуються перед виступом на змаганнях, чи є основною частиною тренувального заняття, сприяє оптимізації передстартового стану, підвищує працездатність спортсмена.

БІОХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ПРИ ЗАНЯТТЯХ ФІЗИЧНИМИ ВПРАВАМИ СПОРТОМ

БІОХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ В СПОРТІ – визначення біохімічних показників, які дозволяють контролювати функціональний стан організму з метою коректування функціональних перебудов в організмі в процесі виконання м'язової роботи.

ІНФОРМАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ ГЛИБИНИ АНАЕРОБНИХ ПОРУШУВАНЬ В ОРГАНІЗМІ – це максимальна концентрація лактату в крові, показники активної реакції крові (рН) і порушення буферних основ. Максимальна кількість лактату в м'язах спостерігається при виконанні вправ субмаксимальної потужності, рН крові знижується до 6,8 (норма – 7,4). В цьому випадку накопичення лактату і пов'язаний з ним ацидоз можуть бути одним з головних факторів, що лімітують спортивну працездатність.

ПОКАЗНИКИ РІВНЯ РОЗВИТКУ АЕРОБНИХ МЕХАНІЗМІВ ЕНЕРГО УТВОРЕННЯ – це виявлення максимального споживання кисню (МСК) – найбільшого кисневого вживання за одиницю часу, яке може бути досягнуто в умовах напруженої м'язової роботи. Визначають парціальний тиск O_2 , насиченість крові киснем і її кисневу місткість. Найбільш простим методом оцінки кисневої місткості крові (у здорових людей) являється визначення концентрації гемоглобіну.

ОБЄКТИ БІОХІМІЧНОГО КОНТРОЛЮ – повітря, що видихається і біохімічні рідини: кров, сеча, слина, піт.

ГЛЮКОЗА КРОВІ – основний енергетичний субстрат анаеробного гліколізу і аеробного окислення. Вміст глюкози в крові – величина постійна, в нормі складає від 3,3 до 5,5 ммоль/л. Зміна вмісту глюкози в крові при м'язовій діяльності індивідуальна і залежить від рівня тренуваності організму, а також потужності і тривалості фізичних вправ. Цей показник рідко використовується самостійно в спортивній діагностиці, так як рівень глюкози в крові залежить не тільки від впливу фізичних навантажень на

організм, а й від емоційного стану людини, гуморальних механізмів регуляції, харчування та інших факторів.

МОЛОЧНА КИСЛОТА (ЛАКТАТ) – продукт анаеробного окислення вуглеводів (гліколізу). Вміст її у крові в нормі в стані відносного спокою складає 1-1,5 ммоль/л. Зміна вмісту лактату в крові пов'язана з тренуванням організму і залежить від потужності і тривалості виконаної роботи. По зміні концентрації лактату визначають анаеробні гліколітичні можливості організму. По співвідношенню вмісту в крові молочної та піровиноградної кислот роблять висновок про внесок гліколітичного або аеробного процесів енергозабезпечення.

ВІЛЬНІ ЖИРНІ КИСЛОТИ – виникають в результаті мобілізації резервних жирів з жирових депо. Вміст їх у крові становить 0,1-0,4 ммоль/л. По зміні їх вмісту у крові оцінюють ступінь включення ліпідів в процес енергозабезпечення, а також економічність енергетичних систем і ступінь взаємозв'язку між ліпідним та вуглеводним обмінами.

КЕТОНОВІ ТІЛА – показник інтенсивності окислення вільних жирних кислот в тканинах організму. По збільшенню їх вмісту в крові при виконанні фізичних вправ роблять висновок про перехід енергоутворення з вуглеводних джерел на ліпідні.

ХОЛЕСТЕРИН – показник стероїдних ліпідів. Вміст його в крові залежить від статі, дієти, фізичної активності і складає – 3,9-6,5 ммоль/л. Систематичні заняття фізичною культурою призводять до пониження рівня холестерину в крові.

ГЕМОГЛОБІН – складний білок крові, який виконує функцію переносу кисню. Концентрація його в крові у дорослих людей складає 120-140 г/л – у жінок, 140-160 г/л – у чоловіків. З підвищенням тренуваності організму концентрація гемоглобіну спортсменів підвищується в середньому до 130-150 г/л – у жінок, і 160-180г/л – у чоловіків. По вмісту гемоглобіну у крові, роблять висновок про аеробні можливості організму і ефективності тренувальних занять, а також про стан здоров'я спортсмена.

МІОГЛОБІН – складний білок м'язів, за структурою та функціями аналогічний гемоглобіну. Вміст міоглобіну в крові становить 1-70 мг/л, і залежить від тривалості виконання фізичного навантаження і тренуваності спортсмена. Цей показник використовується для діагностики функціонального стану робочих скелетних м'язів .

АЛЬБУМІНИ І ГЛОБУЛІНИ – протеїни плазми крові. Альбуміни складають 50 – 60% всіх білків крові, глобуліни – 34 – 40%. Цей показник може використовуватися як діагностичний фактор здоров'я в практиці спорту.

СЕЧОВИНА – кінцевий продукт білкового обміну. Концентрація сечовини в нормі індивідуальна і становить 3,5-6,5 ммоль/л. Цей показник пов'язаний з об'ємом фізичних навантажень і використовується при оцінці переносимості спортсменом тренувальних і змагальних навантажень, а також ходу відновлювальних процесів.

АЛЬДОЛАЗА, КАТАЛАЗА – Альдолаза – фермент гліколізу. Каталаза – фермент, який здійснює відновлення пероксиду водню. Виникнення їх в крові після різних фізичних навантажень і тривалість їх збереження служать показниками переносимості фізичного навантаження і швидкості відновлення організму.

КРЕАТИНФОСФОКІНАЗА, ЛАКТАТДЕГІДРОГЕНАЗА – Креатинфосфокіназа – фермент креатинфосфокіназної реакції. Лактатдегідрогеназа – фермент гліколізу. Після виконання фізичних вправ в крові можуть виникати окремо ізоформи цих ферментів, характерні тій чи іншій тканині. Визначення активності цих ферментів і їх ізоформи використовуються в біохімічній діагностиці функціонального стану спортсмена.

Т і В ЛІМФОЦИТИ – компоненти імунної системи. Використання імунологічного контролю у спорті дозволяє уникнути зриву адаптаційних механізмів і вичерпання імунної системи і розвитку інфекційних захворювань спортсменів.

СЕЧА – прозора рідина, з якою з організму виходить залишок води, більшість хімічних речовин, особливо кінцеві продукти обміну речовини: рН сечі - 5,3-6,5.

В сечі здорової людини глюкоза відсутня. Вона з'являється при інтенсивній м'язовій діяльності, емоційному збудженні і надмірному застосуванні вуглеводів з харчуванням.

Білок – в нормі в сечі відсутній. За кількістю білка в сечі після виконання фізичної роботи можна зробити висновок про її потужність, білок з'являється в сечі після значних фізичних навантажень, а також при харчовій перенасиченості легкозасвоюваними білками.

Кетонові тіла (ацетон в сечі) - в нормі в сечі відсутній. Поява ацетону в сечі спостерігається в спортивній практиці при тривалих та напружених навантаженнях, як наслідок різкого підсилення мобілізації жирних кислот в результаті використання резервних вуглеводів.

Еритроцити – в нормі в сечі відсутні.

Креатин – в нормі в сечі відсутній. Він з'являється при перетренуванні, а також паталогічному стані м'язової системи. Кількість креатину в сечі використовується як показник переносимості фізичних навантажень.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бабенюк Ю.Д., Остапченко Л.І., Скопенко О.В. Біохімія: терміни і номенклатура ферментів: Навчальний посібник. - К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005. – 356 с.
2. Гонський Я.І., Максимчук Т.П., Калинський М.І. Біохімія людини. – Тернопіль: «Укрмедкнига», 2002.- 744 с.
3. Губський Ю.І. Біологічна хімія. – Київ-Тернопіль: «Укрмедкнига», 2000. – 508 с.
4. Клінічна біохімія: підручник. Д.П. Бойків, Т. Бондарчук, О.Л. Іванків та ін., за ред. О.Я. Склярова. – К: «Медицина», 2006. – 432 с.
5. Корсун С. М., Шапошнікова І.І. Біохімія м'язової діяльності: комплексні контрольні роботи – Харків, 2020. – 121 с.
6. Корсун С. М., Шапошнікова І.І. Біохімічні основи різних видів спорту – Харків, 2021. – 127 с.
7. Корсун С. М., Шапошнікова І.І., Я.В.Суворова. Вітаміни як компоненти харчування людини. Методичні рекомендації для студентів – Харків, 2010. – 64 с.
8. Осипенко Г. А. Основи біохімії м'язової діяльності / Г. А. Осипенко. – К. : НУФВСУ «Олімпійська література», 2007. – 194 с.
9. Остапченко Л. І., Андрійчук Т.Р., Бабенюк Ю.Д. та 150н.. Біохімія: підручник. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2012. — 796 с.
10. Остапченко Л.І., Скопенко О.В. Біохімія в схемах і таблицях: Навчальний посібник. –К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2004 .– 128 с.

Навчальне видання

Корсун Світлана Миколаївна

Шапошнікова Ірина Іванівна

Біохімія м'язової діяльності

Навчальний посібник

Харківська державна академія фізичної культури

Вул. Клочківська, 99, Харків, 61058