

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

С.М. КОРСУН, І.І.ШАПОШНІКОВА

***БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ РІЗНИХ ВИДІВ
СПОРТУ.***

НАВЧАЛЬНИЙ ПОСІБНИК

ХАРКІВ – 2021

УДК [577.1/612.745.1](075)

К69

проф., к.б.н. Корсун С.М., доц., к.пед.н. Шапошнікова І.І.

Біохімічні основи різних видів спорту.

Навчальний посібник для студентів закладів вищої освіти з фізичного виховання і спорту.

В навчальному посібнику викладено стислий теоретичний курс біохімічного розділу дисципліни «Медико – біологічні основи спортивної діяльності» відповідно до навчальної програми: розглянуті особливості біохімічних змін в організмі при заняттях різними видами спорту, біохімічні особливості адаптації до м'язової роботи, біохімічні основи спортивної працездатності. Висвітлені питання біохімічного контролю функціонального стану організму спортсменів та біохімічного обґрунтування використання фармакологічних засобів для підвищення працездатності спортсменів.

Для студентів закладів вищої освіти, що готують фахівців із фізичного виховання і спорту, фізичної терапії, викладачів, тренерів.

Рецензенти: **О.О. Коновалова**, к.б.н., доцент, зав. кафедри валеології Харківського національного університету ім. В. Н. Каразіна,
В.А. Друзь, д.б.н., професор кафедри олімпійського і професійного спорту Харківської державної академії фізичної культури.

Затверджено Вченою радою ХДАФК, протокол № 6 від 31 травня 2021 року.

ПЕРЕДМОВА

Сучасна теорія і практика фізичного виховання і спорту вимагають від майбутніх фахівців глибоких знань біологічних основ життєдіяльності організму людини, у тому числі процесів метаболізму, що забезпечують адаптаційні зміни під впливом фізичних навантажень при заняттях різними видами спорту.

Навчальний посібник біохімічного розділу дисципліни «Медико-біологічні основи спортивної діяльності» містить теоретичний матеріал, який розроблено згідно зі змістовими модулями навчальної програми даної дисципліни і призначається для самостійної роботи студентів вищих навчальних закладів фізичного виховання та спорту.

Вивчення навчальної дисципліни «Медико-біологічні основи спортивної діяльності» у закладах вищої освіти, що готують фахівців із фізичного виховання і спорту повинно забезпечити розуміння студентами біохімічних основ процесів життєдіяльності людини при заняттях різними видами спорту, сприяти рішенням таких питань спортивної практики, як діагностика стану тренуваності, визначення глибини впливу тренувальних навантажень на організм спортсменів, оцінка методів підвищення працездатності спортсменів за допомогою біохімічних факторів та інші. У зв'язку з цим, значно підвищуються вимоги до методичної підготовки фахівців фізичного виховання і спорту з сучасних основ біохімічних процесів метаболізму та їх змін при заняттях різними видами спорту. Освоєння сучасних методів біохімічних досліджень, які використовуються у спортивній практиці, відповідно до сучасних досягнень науки потребує перегляду, доповнення підручників і посібників, а також створення нових.

Пропонований навчальний посібник з біохімічного розділу дисципліни «Медико-біологічні основи спортивної діяльності» включає

теоретичний лекційний матеріал змістових модулів згідно з навчальною програмою.

Теоретичний матеріал, представлений у навчальному посібнику ілюстровано рисунками, схемами, таблицями, які доповнюють текст та сприяють його засвоєнню, подано також сучасну літературу.

Даний навчальний посібник призначається для самостійної роботи студентів, якій за кредитно-модульною системою навчання приділяється велика увага. Посібник також може бути рекомендований і для самостійної роботи студентам в періоди їх відкликів на збори і змагання.

ОСОБЛИВОСТІ БІОХІМІЧНИХ ЗМІН В ОРГАНІЗМІ ПРИ ЗАНЯТТЯХ РІЗНИМИ ВИДАМИ СПОРТУ.

При розгляді біохімічних змін в організмі, що відбуваються при заняттях різними видами спорту, найзручніше враховувати розподіл всіх спортивних вправ на циклічні та ациклічні. Перші характеризуються повторністю фаз рухів і різняться за відносною потужністю роботи, характером руху в середовищі, у якому виконується вправа. Другим, тобто ациклічним вправам властива відсутність повторності фаз. Це короточасні, однократні рухи максимальної та субмаксимальної потужності, комбінації (стрибки, метання, підняття ваги, гімнастичні вправи) або вправи, які чиняться в змінних умовах, коли характер і потужність рухів увесь час змінюються (єдиноборства, спортивні ігри).

У біохімічних змінах, що виникають в організмі при заняттях різними видами спорту, існує виражена подібність. Це обумовлено цілою низкою причин. По-перше, найбільш виражені зміни в організмі при м'язовій 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.

При будь-якій м'язовій роботі функціонують усі три шляхи ресинтезу АТФ, але включаються вони послідовно. У перші секунди роботи ресинтез АТФ іде за рахунок креатинфосфатної реакції, далі включається гліколіз і, нарешті, відповідно продовження роботи на зміну гліколізу приходить аеробне окиснення (рис. 1).

Як видно з рисунка, перехід енергозабезпечення м'язової діяльності з анаеробних шляхів на аеробні веде до зменшення сумарного вироблення АТФ за одиницю часу, що знижає потужність роботи, яка виконується.

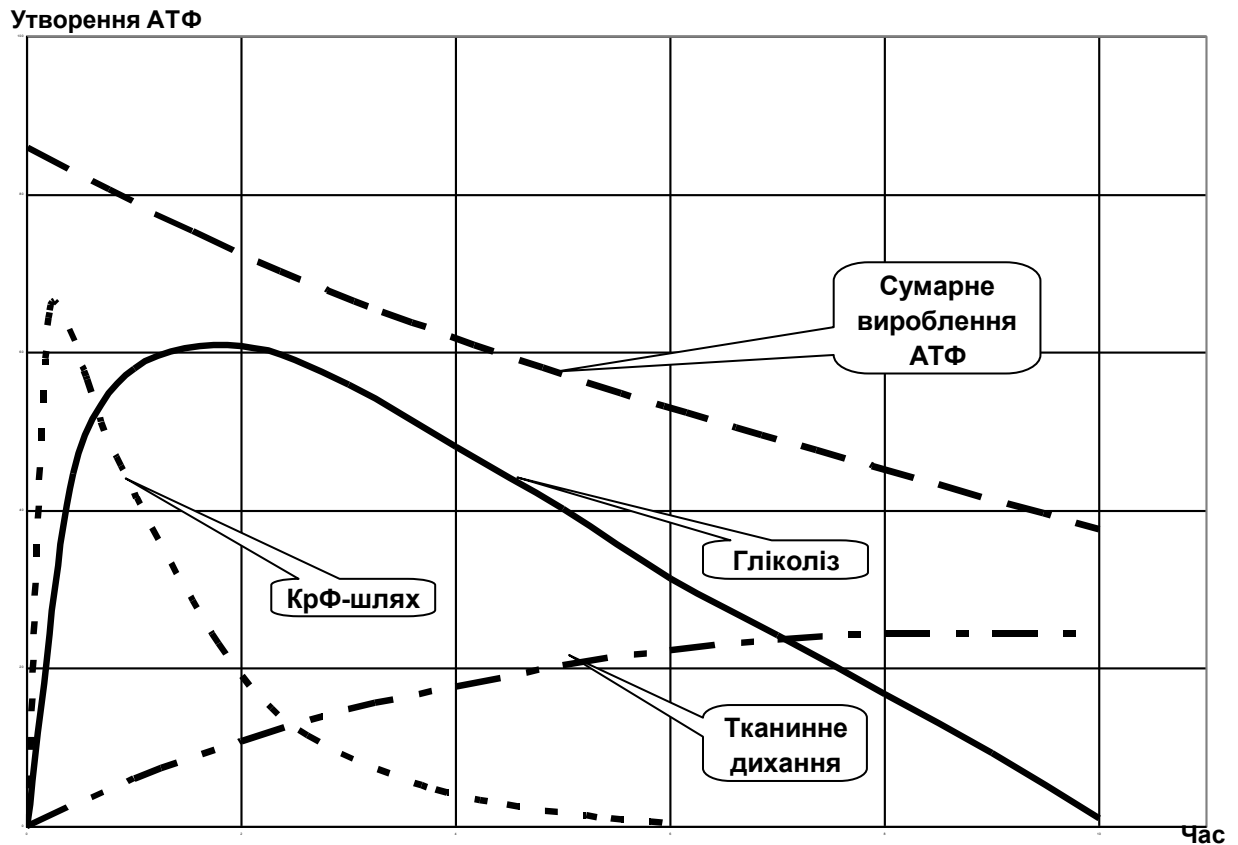


Рис. 1. Включення шляхів ресинтезу АТФ при виконанні фізичної роботи.

Конкретний внесок кожного з механізмів утворення АТФ в енергозабезпечення м'язових рухів залежить від інтенсивності та тривалості фізичних навантажень.

При короткочасній, але дуже інтенсивній роботі (наприклад, біг на 100 м) головним джерелом АТФ є креатинкізна реакція. При більш тривалій інтенсивній роботі (наприклад, біг на середні дистанції) більша частина АТФ утворюється гліколітичним шляхом. При виконанні вправ великої тривалості, але помірної потужності енергозабезпечення м'язів здійснюється в основному за рахунок аеробного окиснення.

У табл. 1 наведені величини критеріїв вищезазначених шляхів ресинтезу АТФ.

Таблиця 1.

Кількісні критерії основних шляхів ресинтезу АТФ

Критерії	Шляхи ресинтезу		
	Креатинфосфатний	Гліколітичний	Аеробний
Максимальна потужність, кал/ хв.кг	900-1100	750-850	350-450
Час розгортання	1-2 с	20-30 з	3-4 хв
Час збереження максимальної потужності	8-10 с	2-3 хв	десятки хвилин

Участь різних механізмів в енергетичному забезпеченні роботи та біохімічні зміни, що обумовлені їхньою діяльністю в організмі визначаються рядом факторів, тим або іншим чином представлених у всіх видах спорту. Серед цих факторів у першу чергу необхідно виділити наступні:

- режим діяльності м'язів (статичний, динамічний, змішаний);
- кількість м'язів, що приймають участь у роботі;
- потужність і тривалість роботи.

Статичний режим діяльності м'язів утрудняє 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. Навпроти, динамічний характер сприяє кровообігу в працюючих м'язах, поліпшує їх постачанням енергетичними субстратами, киснем, видаленням продуктів розпаду, тобто сприяє аеробізації роботи.

Виконання однакової роботи за участю різної кількості м'язових груп супроводжується різними біохімічними зрушеннями в організмі. Зменшення кількості м'язів, що приймають участь у роботі, підвищує

значимість 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 у цілому це може й не викликати істотних змін. Значні анаеробні зрушення в організмі відбуваються при виконанні інтенсивної м'язової роботи глобального характеру, яка здійснюється за участю великих м'язових груп.

Найважливішими 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, тому що саме цим визначається величина кисневого запиту. Від ступеня його задоволення залежить протікання хімічних процесів, пов'язаних з енергетичним забезпеченням м'язової діяльності та ресинтезом АТФ.

Між потужністю та тривалістю вправи існує зворотна залежність: чим інтенсивніше робота, тим коротший час її можна виконувати. Найчіткіше ця залежність виявляється в циклічних видах спорту, наприклад, у 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 енергостворюючих механізмів в енергетичному забезпеченні роботи. У свою чергу участь в енергозабезпеченні різних механізмів перетворення енергії, ступінь їх активізації в найбільшому ступені визначають характер і глибину біохімічних змін.

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

Відмінності в енергетичному забезпеченні вправ різної потужності та тривалості лежать в основі розподілу циклічних видів спорту на зони потужності.

У цей час прийняті різні класифікації потужності м'язової діяльності. Одна з них – класифікація за В.С. Фарфелем, що базується на положенні про те, що потужність виконуваного фізичного навантаження обумовлена співвідношенням між трьома основними шляхами ресинтезу АТФ, що функціонують у м'язах під час роботи. Згідно із цією класифікацією виділяють чотири зони відносної потужності м'язової роботи: максимальної (15-20 с), субмаксимальної (до 5 хв), великої (до 30 хв) і помірної потужності (більше 30 хв).

Циклічні види спорту.

Вправи циклічних видів спорту, що попадають за своєю потужністю та тривалістю в спільну зону потужності, характеризуються подібністю біохімічних змін. Хоча специфіка того або іншого виду спорту може накладати відбиток на біохімічні зміни в організмі, і насамперед на їх глибину.

Виходячи із інтенсивності фізичних навантажень та механізмів їх енергетичного забезпечення, усі циклічні вправи згідно з одною із багатьох класифікацій фізичних вправ поділяють на роботу в чотирьох зонах відносної потужності: максимальній, субмаксимальній, великій та помірній. При виконанні фізичних вправ у зоні кожної потужності відбуваються певні біохімічні зміни, за якими можна характеризувати виконану роботу (табл. 2).

Таблиця 2

Біохімічні зміни в організмі людини при виконанні фізичних вправ у різних зонах відносної потужності (↑ збільшення, ↓ зменшення вмісту метаболіту або показника)

Показник	Зона потужності			
	Максимальна	Субмаксимальна	Велика	Помірна
Час роботи	2 - 30 с	30 с - 3 (5) хв	3 - 50 хв	50 хв - 5 год
Шлях енергоутворення	КрФ - 95 %, гліколіз	Гліколіз, КрФ	Аеробний, 40—90 %	Аеробний
Джерела енергії, їх зміни після роботи (↑, ↓)	АТФ↓, КрФ↓, глікоген м'язів	КрФ↓, глікоген м'язів, печінки	Глікоген м'язів↓, печінки↓, жири	Глікоген↓, жири
Глюкоза у крові, г·л ⁻¹	0,8 (норма) до 1,2↑	До2↑	до 1,5↑	0,8 0,6↓
Молочна кислота в крові, ммоль·л ⁻¹	1,5 (норма) до 2,5↑	У неспортсменів > до 6 - 12 У спортсменів >10—20 (28)	↑У межах 4—10	1,5
рН крові	7,36 або 7,2↓-(норма)	6,8↓	7,3↓	7,36
Білок у сечі, %	—	1,5%	0,5 %	—
Кисневий борг	90 - 95 %	50 - 90 %	20 - 30 %	10 %
Час відновлення	До 1 год	2 - 5 год	5 - 24 год	24 - 72 год
Фактори стомлення	КрФ↓, АДФ↑	Порушення діяльності ЦНС, NH ₃ ↑, КрФ↓, рН↓	Глікоген↓, рН↓, рО ₂ ↓	Глікоген↓, кетоз, t = 42 °С H ₂ O↓

Оцінювати інтенсивність виконаної роботи можна також за іншими показниками, які часто використовуються у практиці фізичного виховання і спорту: енерговитратах, відносних одиницях енергетичних витрат – метаболічному еквіваленті (MET), величиною ЧСС, що відображає відносну інтенсивність роботи, виражену в відсотках МСК (максимального споживання кисню) тощо (Круцевич, 2003). Але

необхідно знати, що величина енергетичних витрат під час фізичних навантажень індивідуальна і залежить від статі, віку, маси тіла, рівня фізичної підготовленості та спадкових ознак.

Таблиця 3.

Залежність величини ЧСС від інтенсивності навантаження

ЧСС, уд·хв ⁻¹	СК, % МСК	Відносна інтенсивність навантаження
110—130	40—45	Мала
130—150	50—55	
150—170	60—65	Середня
170—180	75—85	
180—190	85—90	Висока
190—210	90—100	

Під величиною МЕТ розуміють відношення енергетичної вартості навантаження до інтенсивності основного обміну. 1 МЕТ відповідає рівню основного обміну і становить 1 - 1,4 ккал·хв⁻¹·кг⁻¹ (4,18 - 5,85 кДж·хв⁻¹·кг⁻¹).

Відносне оцінювання інтенсивності навантаження аеробної спрямованості можна провести за величиною ЧСС, реєстрованої під час виконання роботи. Існує лінійна залежність між величинами ЧСС та споживанням кисню, яке залежить від інтенсивності роботи (табл. 3). Споживання кисню (СК) виражають у відсотках МСК, тобто відношення величини поточного спожитого кисню до його максимального значення.

Легка атлетика.

Найнаочніше уявлення про біохімічні зрушення в організмі при виконанні вправ різних зон потужності можна одержати при аналізі

легкоатлетичного бігу. Жоден циклічний вид спорту не має такого широкого діапазону потужності та тривалості вправ і такого високого ступеня їх градації.

Біг на різні дистанції – це приклад виконання різної за потужністю та тривалістю роботи, яка забезпечується різним внеском у її виконання анаеробних та аеробних механізмів енергоутворення (рис. 2).

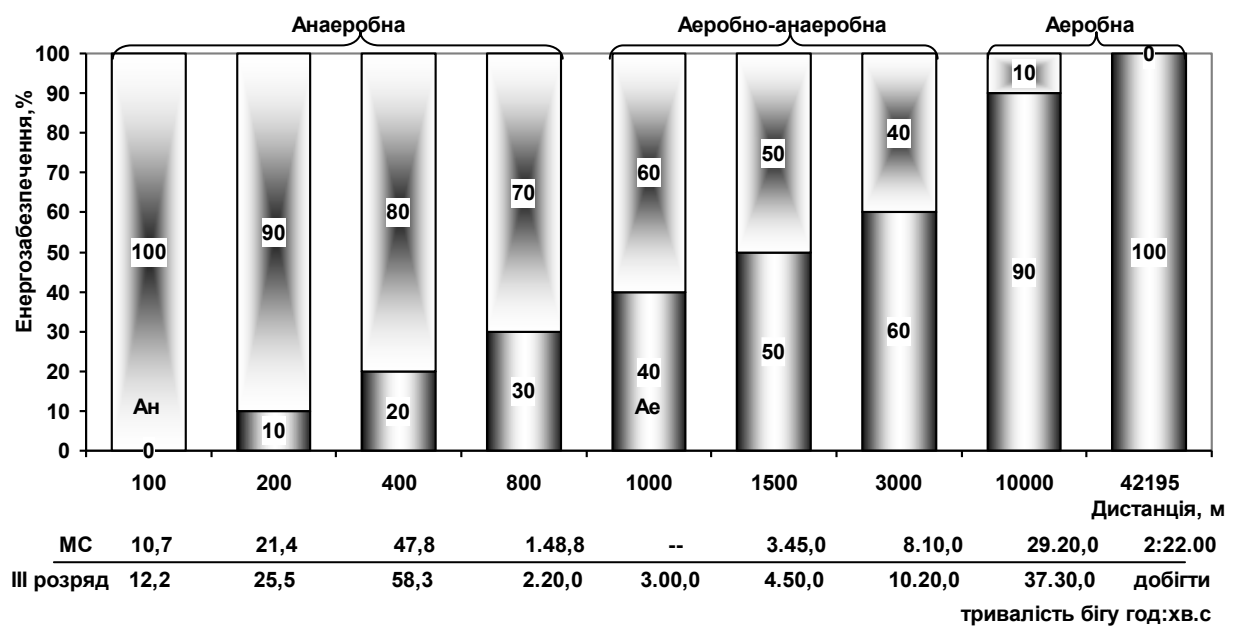


Рис. 2. Відносний енергетичний внесок анаеробних (Ан) і аеробних (Ае) механізмів енергоутворення в забезпеченні бігу на різні дистанції

При цьому між інтенсивністю та тривалістю роботи існує зворотний зв'язок — чим інтенсивніше виконується робота, тим вона менш тривала. Тому зі збільшенням дистанції чи тривалості бігу збільшується частка аеробного механізму енергоутворення і зменшується анаеробного. Фізичні вправи, під час виконання яких внесок анаеробного енергозабезпечення становить понад 70 %, відносять до вправ анаеробного типу. Вправи, у виконанні яких

енерговитрати на 70 % забезпечуються аеробним механізмом енергоутворення, відносять до вправ аеробного типу, а якщо вправи виконуються однаковою мірою за участі обох механізмів енергоутворення, то вони належать до змішаного анаеробно-аеробного типу (Волков та інш., 2000).

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 при бігу на 100м креатинфосфатний алактатний, при бігу на 200м істотну роль відіграє і гліколіз (табл. 4). У м'язах відбувається зниження вмісту креатинфосфату та глікогену, підвищується вміст креатину, неорганічного фосфату, молочної кислоти, підвищується активність ферментів анаеробного обміну. Вихід молочної кислоти із м'язів у кров, що протікає порівняно повільно, відбувається в основному після закінчення роботи. Як правило, після роботи максимальної інтенсивності найвищі концентрації молочної кислоти у крові спостерігаються на 5-10 хв відбудовного періоду і досягають 100-150 мг %. Це пов'язано не тільки з уповільненим виходом молочної кислоти із м'язів у кров, але і з можливістю її утворення після роботи, оскільки ресинтез креатинфосфату 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.

Споживана за роботу кількість кисню становить 5-10% від кисневого запиту, який при роботі максимальної інтенсивності може перевищувати 30л/хв.

Таблиця 4

Енергетичне забезпечення м'язової діяльності

Вид навантаження	Шляхи ресинтезу АТФ	Окисний субстрат	Кисневий борг, %	Вміст лактату у крові, мг%
Робота максимальної потужності (до 15 - 20 с)				
Стрибок з місця Одноразовий підйом штанги Гімнастична вправа Спринт та ін.	Креатинкіназна реакція, гліколіз	Креатинфосфат, глікоген м'язів	95-97	15-100
Робота субмаксимальної потужності (до 5 хв)				
Біг на 800 м Плавання на 400м Велоперегони на короткі дистанції Поєдинок, раунд та ін.	Креатинкіназна реакція, гліколіз, аеробне окиснення	Креатинфосфат, глікоген м'язів, цукор крові, глікоген печінки	75-94	до 450
Робота великої потужності (до 40 хв.)				
Біг більше 1500м Веслування Вело-та лижні гонки на середні та довгі дистанції	Креатинкіназна реакція, гліколіз, аеробне окиснення	Креатинфосфат, глікоген м'язів, цукор крові, глікоген печінки, жирні кислоти, амінокислоти	10-50	40-150
Робота помірної потужності (більше 40 хв)				
Спортивна ходьба Марафонський біг Тренувальне заняття Волейбол Вело- і лижні перегони на наддовгі дистанції та ін.	Креатинкіназна реакція, гліколіз, аеробне окиснення	Креатинфосфат, глікоген м'язів, цукор крові, глікоген печінки, жирні кислоти, амінокислоти, молочна кислота	до 10	20-40

Після роботи утворюється значна величина кисневого боргу (95% від кисневого запиту), що містить алактатну та лактатну фракції. При цьому після бігу на 200м величина алактатної фракції наближається до свого максимального для даного випробуваного значення.

Відновлення після роботи максимальної інтенсивності протікає порівняно швидко і завершується за 35-40 хв.

Кумулятивні біохімічні зміни в організмі при тренуванні вправами максимальної зони потужності полягають у нагромадженні в організмі креатинфосфату, глікогену м'язів, підвищенні активності ряду ферментів, особливо АТФ-ази, креатинфосфокінази, ферментів гліколізу, підвищенні вмісту скорочувальних білків та інших змінах (табл. 5).

Таблиця 5

Специфічність біохімічної адаптації організму до м'язової діяльності (за даними М.М. Яковлєва)

Вид тренування	Характер біохімічних змін	Якості, що розвиваються	
	Збільшення:	основні	додаткові
Силові вправи	синтезу структурних білків м'язів, АТФ-азної активності, можливості анаеробного ресинтезу АТФ	Сила	Швидкість, швидкісна витривалість
Вправи максимальної та субмаксимальної потужності	синтезу структурних білків м'язів, АТФ-азної активності, можливості аеробного ресинтезу АТФ	Швидкість, швидкісна витривалість	Сила, витривалість до тривалих навантажень
Вправи великої та помірної потужності	можливості аеробного ресинтезу АТФ, енергетичних запасів (глікогену м'язів, печінки та ін.)	Загальна витривалість, витривалість до тривалих навантажень	

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

Постійне тренування вправами максимальної потужності сприяє нагромадженню у м'язах креатинфосфату, скорочувальних білків і глікогену, підвищує активність АТФ-ази, креатинфосфокінази 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. Значення аеробного механізму підвищується зі збільшенням тривалості роботи (у межах даної зони потужності, табл. 4). Подолання дистанцій легкоатлетичного бігу, що відносяться до субмаксимальної зони потужності, супроводжується підвищенням активності ферментів енергетичного обміну, накопиченням в організмі найбільших кількостей молочної кислоти, концентрація якої у крові може досягати 250мг % 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.

Під час інтенсивної роботи, що супроводжується збільшенням концентрації лактату у крові, міокард витягає із крові лактат і окиснює його до вуглекислого газу й води. При окисненні однієї молекули молочної кислоти синтезується до 18 молекул АТФ. Здатність міокарда окиснювати лактат має велике біологічне значення. Використання лактату в якості джерела енергії дозволяє довше підтримувати у крові необхідну концентрацію глюкози, що дуже суттєво для біоенергетики нервових клітин, для яких глюкоза є майже єдиним субстратом окиснення. Окиснення лактату в серцевому м'язі також сприяє

нормалізації кислотно-лужного балансу, тому що при цьому у крові знижується концентрація цієї кислоти.

Накопичення більших кількостей молочної кислоти у крові змінює проникність ниркових каналців, внаслідок чого в сечі виявляється білок. У м'язах, і частково в крові, підвищується вміст піровиноградної кислоти, креатину, фосфорної кислоти.

Безпосередньо в процесі бігу на дистанції, що відноситься до зони субмаксимальної потужності, відбувається підвищення вмісту цукру в крові. Однак через короткочасність роботи це підвищення незначне.

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 максимальних 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, при якому може настати часткове роз'єднання процесів окисного фосфорилування (аеробного окиснення), 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 у крові підвищений.

У зв'язку з тим, що при бігу на середні дистанції енергозабезпечення організму відбувається анаеробним і аеробним шляхами, в організмі бігунів у процесі роботи значною мірою використовуються внутрішньом'язові енергетичні субстрати (креатинфосфат, глікоген), а також глікоген печінки (табл. 4). Про це свідчить істотне підвищення вмісту цукру в крові, яке на фініші може

знижуватися (особливо у слаботренованих спортсменів) у результаті передчасного розвитку гальмівних процесів у центральній нервовій системі.

Характерною рисою навантаження субмаксимальної потужності є наявність «мертвої точки» (раптове зниження працездатності), яка настає при бігу на 800м - на 60-80с, при бігу на 1500 м - на 2-3 хв і може бути переборена вольовим зусиллям спортсменів. При правильній 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.

Під час м'язової діяльності в мотонейронах кори головного мозку відбувається формування і наступна передача рухового нервового імпульсу. Обидва процеси – формування та передача нервового імпульсу – здійснюються зі споживанням енергії молекул АТФ. Утворення АТФ у нервових клітинах відбувається аеробно, шляхом окисного фосфорилування. Тому при м'язовій роботі збільшується споживання мозком кисню із крові. Іншою особливістю енергетичного обміну в нейронах є те, що основним субстратом окиснення є глюкоза, що надходить зі струмом крові.

У зв'язку з такою специфікою енергопостачання нервових клітин будь-яке порушення постачання мозку киснем або глюкозою неминуче веде до зниження його функціональної активності, що у спортсменів може проявлятися у формі запаморочення або непритомного стану.

Усі біохімічні зміни, що виникають в організмі спортсменів при бігу на середні дистанції, можуть спостерігатися також при бігу на такі дистанції з бар'єрами. Тривалість періоду відновлення після пробігання середніх дистанцій становить від одної до двох годин.

У 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 розбудовувати також аеробні можливості організму. Тому правильна постановка тренувальних занять у цьому виді спорту значно підвищує накопичення в організмі креатинфосфату і глікогену м'язів і печінки, інтенсифікує реакції гліколізу та окисного фосфорилування (шляхом збільшення кількості і підвищення активності ферментів), а також підвищує буферну ємність систем організму.

Вправи зони великої потужності.

Біг на 10 000 м, як і спортивна ходьба, відноситься до вправ зони великої потужності, що 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 суттєво знижується. Про інтенсивну витрату глікогену печінки свідчить підвищення концентрації цукру в крові, але на довгих дистанціях ця концентрація може знижуватися. При більш тривалій роботі на дистанції крім вуглеводів на енергетичні цілі активно використовуються резервні ліпіди, у зв'язку із чим у крові підвищується рівень нейтральних ліпідів, а також кетонових тіл, що утворюються при окисненні жирних кислот. Основна кількість енергії надходить від аеробних процесів, діяльність яких підсилюється до максимального рівня (табл. 5). Це забезпечується максимальним збільшенням споживання кисню, яке зберігається у кваліфікованих спортсменів практично протягом усієї роботи, і значним підвищенням активності ферментів аеробного обміну. У 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 у крові за рахунок виходу в кров'яне русло з депо багатого 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 періоду відновлення після бігу на дистанції даної зони потужності становить 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 спрямовано насамперед на розвиток аеробного та гліколітичного шляхів енергозабезпечення, збільшення кисневої ємності крові та м'язів, підвищення рівня джерел енергії, що легко мобілізуються (глікогену печінки і м'язів, внутрішньом'язових резервних ліпідів) та активності ферментів (табл. 5). Істотна зміна при цьому відбувається у серцево-судинній системі: збільшуються розміри серця, зростає кількість кровоносних капілярів у м'язах, що сприяє успішнішому виконанню специфічної для бігунів роботи.

Вправи помірної зони потужності.

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

енергозабезпечення аеробний (табл. 6, 7). Анаеробні процеси можуть відіграти деяку роль тільки при стартовому розгоні, ривках на дистанції, на фініші.

Анаеробні зрушення в організмі, як правило, бувають незначними, величина кисневого боргу, що утворюється після такої роботи, невелика. Тому підвищення рівня молочної кислоти у крові спортсменів порівняно невелике і досягає 0,2-0,7 г/л. Основна кількість молочної кислоти утворюється в початковій фазі роботи та у процесі подальшого виконання навантаження зазнає інтенсивного окиснення, у зв'язку із чим на фініші вміст молочної кислоти у крові спортсменів може знижуватися до вихідного рівня. Робота відбувається у дійсному стійкому стані, тобто аеробні процеси, що відбуваються за рахунок кисню, повністю задовольняють енергетичні потреби роботи. Рівень поточного O₂-споживання на дистанціях помірної зони потужності нижче максимального для спортсмена рівня.

Таблиця 6

**Показники енерговитрат при легкоатлетичному бігу
(за даними М.Волкова)**

Показник	Дистанція							
	100 м	200 м	400 м	800 м	1,5 км	3 км	5 км	10 км
Загальні енерговитрати (кал/кг)	257	358	591	834	1404	2980	4455	8435
Аеробна енергопродукція (кал/кг)	9,5	3075	113	364	1029	2693	4186	8228
Алактатна енергопродукція (кал/кг)	91,6	112	154	152	155	160	147	142
Лактатна енергопродукція (кал/кг)	155	215	324	317	216	126	122	64,4

У якості джерела енергії використовуються вуглеводи та ліпіди, вміст яких до кінця роботи помітно знижується.

Тривала м'язова робота невеликої потужності викликає плавне зниження концентрації глікогену у м'язах. У цьому випадку розпад глікогену протікає аеробно, зі споживанням кисню. Кінцеві продукти такого розпаду – вуглекислий газ і вода – видаляються з м'язових клітин у кров. Тому після виконання роботи помірної потужності у м'язах виявляється зменшення вмісту глікогену без накопичення лактату.

Концентрація цукру у крові на початку роботи підвищується, але надалі, у міру вичерпання вуглеводних ресурсів печінки, знижується. До 40-50 хв. роботи вміст цукру у крові вертається до рівня спокою, якщо робота відбувається довше цього періоду, може знизитися нижче рівня. При високому емоційному порушенні 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 неповне зникнення вуглеводних запасів, розвиток охоронного гальмування центральної нервової системи і зниження секреції гормонів наднирковими залозами, що супроводжується різким гнобленням процесів розщеплення глікогену, який залишився в організмі до глюкози. Стимуляція розпаду глікогену введенням в організм адреналіну без приймання їжі може підвищити рівень цукру, що знизився у 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 як джерела енергії зв'язане підвищення вмісту у крові проміжних продуктів ліпідного обміну: вільних жирних кислот, ацетоуксусної кислоти, β -оксимасляної; кислоти, ацетону.

Висока інтенсивність обміну речовин в організмі спортсменів, що виконують роботу помірної потужності, підвищує температуру тіла до

39,5°C і супроводжується більшими втратами води та мінеральних речовин. Останнє є однією з важливих причин стомлення при бігу на довгі і наддовгі дистанції.

Тому бігуни на довгі і наддовгі дистанції та представники інших видів спорту, що відносяться до цієї зони потужності, потребують підвищеного споживання солей Na, K, фосфорної кислоти і деяких інших мінеральних речовин.

При тривалій роботі відбуваються істотні зміни в білковому обміні: знижується вміст структурних білків, білків ферментів, хромопротеїдів (гемоглобіну, міоглобіну), нуклеопроїдів та ін. Причина цього - неузгодженість процесів розпаду і синтезу білка. Перші при роботі не тільки тривають, але й підсилюються внаслідок високої інтенсивності обміну речовин, великого функціонального навантаження, що падає при роботі на структурні та інші білки. Другі, що вимагають для свого протікання енергії АТФ, при роботі припиняються через дефіцит АТФ, що використовується при процесах енергетичного забезпечення роботи.

При бігу на довгі дистанції можуть відбуватися істотні зміни гормональної діяльності (знижується продукція гормонів), що призводить до зниження вмісту їх у крові. Особливо важке подолання наддовгих дистанцій позначається на зростаючому організмі, тому цей вид вправ не рекомендується для юних спортсменів.

Період відновлення після бігу на довгі та наддовгі дистанції триває до 3 і більше доби.

Кумулятивні біохімічні зміни при тренуванні на дистанціях зони помірної потужності забезпечують переважно підвищення можливостей аеробного механізму перетворення енергії (табл. 5). Як правило, вони більш виражені, ніж у бігунів на дистанції зони великої потужності. Особливо суттєво збільшується вміст глікогену в печінці, ліпідів, що легко мобілізуються, міоглобіну у м'язах, кількість мітохондрій і

ферментів аеробного обміну. Помітно збільшуються розміри серця, число м'язових капілярів, поліпшується регуляція діяльності серцево-судинної і дихальної систем.

Розглянуті біохімічні зміни, що виникають в організмі спортсменів, представлені у табл. 7.

Таблиця 7

Біохімічні зміни в організмі спортсменів при виконанні різних легкоатлетичних вправ

Вид вправ	Майстри спорту			Спортсмени II-III розряду			Що не мають розряду		
	Рівень			Рівень			Рівень		
	цукру, мг %	молочної кислоти, мг %	НЕЖК, мкЕкв/ мл	цукру, мг %	молочної кислоти, мг %	НЕЖК, мкЕкв/ мл	цукру, мг %	молочної кислоти, мг %	НЕЖК, мкЕкв/ мл
Біг на 100 м	20	130.	0,05	27	168	0,027	31	137	0,036
Бар'єрний біг	20	142	0,02	32	175	0,05			
Біг на 400 м	37	168	0,105	49	212	0,04	62	182	0,025
Біг на 800 м	28	125.	0,18	44	155	0,02	-	-	-
Біг на 5 км	25	63	0,235	31	87	0,09	18	117	0,024
Біг на 10 км	27	42	0,327	16	68	0,195	-	-	-
Біг на 20 км	8	35	0,450	23	54	0,260	-	-	-
Спортивна ходьба, 20 км	24	70	0,452	43	86	0,300	-	-	-
Крос 5 км	-	-	-	6	31	0,06	20	28	0

Біохімічні зміни при вправах інших циклічних видів спорту принципово не відрізняються від змін при легкоатлетичному бігу на дистанціях відповідних зон потужності, але 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, 1500м і понад 1500м) відносяться до максимальної, субмаксимальної, великої і помірної зон потужності. За своїм характером біохімічні зміни в організмі плавців подібні змінам, що відбуваються при виконанні відповідних за тривалістю бігових вправ. Особливості біохімічних змін при плаванні зв'язані, насамперед, з водним середовищем. Крім енерговитрат, що забезпечують виконання роботи, плавання характеризується більшими тепловтратами, що викликаються високою теплопровідністю води, яка приблизно в чотири рази перевищує теплопровідність повітря. Це обумовлює істотніші витрати енергетичних субстратів у плавців. Саме перебування у воді збільшує потребу організму у кисні на 35-55 % і підвищує тепловіддачу тіла понад 4 рази. Усе це значно підсилює обмін речовин, і, таким чином, викликає відповідні біохімічні зміни в організмі.

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

При плаванні на короткі дистанції у зв'язку з високим кисневим боргом вміст молочної кислоти у крові значно збільшується, а її лужний

резерв зменшується (на 45-60 %). Відсутність потовиділення при роботі у воді супроводжується меншою втратою маси тіла плавців і значним підвищенням концентрації молочної кислоти та аміаку в сечі.

Плавання на середні і довгі дистанції характеризується менш вираженими біохімічними змінами. При цьому у крові плавців знижується вміст цукру і фосфоліпідів. У меншій кількості накопичується молочна кислота, що незначно змінює її буферні властивості. У зв'язку зі збільшеними енерговитратами у організмі плавців активно використовуються ліпіди, а силовий характер плавання суттєво впливає на обмін білків, що значно підвищує вміст у крові і сечі спортсменів проміжних продуктів обміну цих речовин.

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

Гребний спорт.

Залежно від типу човнів розрізняють академічне, народне веслування, а також веслування на байдарках і каное. Вправи у веслуванні спортсмени виконують на основні дистанції 1000 і 2000 м в академічному і народному веслуванні, 500 і 1000 м у веслуванні на байдарках і довгі дистанції 4, 5, 10, 25-30 км в академічному веслуванні, 10 км у веслуванні на байдарках.

Веслування 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 у крові підвищується до 1,2-1,6 г/л, під час тренувальних занять воно може опускатися нижче норми.

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

Веслування на довгі дистанції – це робота великої та помірної потужності, виконання якої здійснюється в основному в умовах стійкого стану. При цьому вміст молочної кислоти і величина кисневого боргу підвищуються незначно. Зі збільшенням дистанції (більше 10 км) настає охоронне гальмування центральної нервової системи, при якому різко знижується вміст цукру в крові, що вимагає додаткового харчування спортсменів на дистанції.

При веслуванні на довгих дистанціях наявність тривалої силової напруги викликає істотні зміни в обміні білків в організмі веслярів і поява у крові та сечі продуктів білкового розпаду.

Величина біохімічних змін в організмі на довгих дистанціях у значній мірі визначається станом води і погоди. При високій хвилі і сильному зустрічному вітрі біохімічні зрушення будуть значно вираженішими.

Постійне тренування в гребному спорті сприяє нагромадженню в організмі енергетичних ресурсів, підвищенню активності ферментів енергетичного обміну, збільшенню вмісту гемоглобіну у крові і міоглобіну м'язів, а також розвитку позитивних змін у серцево-судинній системі, підвищенню буферних резервів у організмі.

Лижний спорт.

Цей спорт охоплює біг на різні дистанції (15, 30 і 50 км для чоловіків; 5 і 10 км для жінок) і вправи (перегони, біатлон, швидкісний спуск, слалом і стрибки із трампліна), які характеризуються різною потужністю.

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

Лижні перегони, 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 у крові лижників (крім тих, що легко гальмуються) під час гонок 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 збільшенням втрат структурних білків м'язів, ферментів, хромопротеїдів, у зв'язку із чим концентрація білка в сечі досягає 4-10 %. Подібна картина спостерігається в організмі стрибунів із

трампліна. Отже, основною причиною значних втрат білка є сильна емоційна напруга лижників, що супроводжується різкою зміною білкового складу крові і функціонування нирок.

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

Величина O_2 боргу слабо залежить від довжини дистанції, більше від кваліфікації гонщика і становить у середньому 3-15% від кисневого запиту (близько 9л). Були випадки, коли кваліфікований гонщик закінчував дистанцію з більшим боргом. Тренування лижними перегонами розбудовує в організмі насамперед аеробні окисні процеси. Однак при підсиленій підготовці лижників до умов змагань необхідно розбудовувати анаеробний ресинтез АТФ в організмі шляхом включення у тренувальні заняття легкоатлетичного бігу на короткі і середні дистанції та лижних гонок по пересіченій місцевості.

Велосипедний спорт.

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

Перегони на короткі дистанції характеризуються як робота максимальної (200м) і субмаксимальної (1-5км) потужності. При виконанні роботи максимальної потужності енергозабезпечення організму велогонщиків відбувається у основному за аеробним шляхом, що обумовлено високою інтенсивністю м'язової діяльності з усіма її

біохімічними та фізіологічними, наслідками, а також статичним положенням велосипедиста, яке фіксує грудну клітину і м'язи пояса, чому в значній мірі утрудняє процес подиху. У зв'язку із цим відновлення енергії в організмі забезпечується за рахунок креатинфосфату і реакцій гліколізу, які активно протікають, що супроводжується високим вмістом у крові молочної кислоти (1,5-2,0 г/л) і зменшенням резервної лужності крові. Висока емоційна напруга спортсменів при виконанні цього виду вправ (особливо в перегонах на 200 м) сприяє збільшенню цукру у крові.

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

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

Шосейні велоперегони на цих дистанціях виконуються в умовах стійкого стану організму, який порушується на ділянках підйому, при різного роду прискореннях, разом із чим міняється 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 у крові при цьому залишається постійним або зменшується, у зв'язку із чим необхідне додаткове харчування спортсменів на дистанції.

При виконанні цього виду вправ в організмі крім вуглеводів активно використовуються резервні ліпіди та азотовмісні з'єднання, що

значно підвищує в сечі концентрацію продуктів обміну цих речовин. У 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, що беруть участь у багатоденних перегонах. Щоденна велика витрата енергетичних субстратів, втрата води, мінеральних речовин, зрушення в білковому обміні, що приводять до зниження структурних білків, білків-ферментів, гемоглобіну, міоглобіну та інших білків, накопичуються з кожним днем. Це веде до значної втрати ваги спортсмена до кінця багатоденної гонки. Харчування спортсмена, учасника багатоденної гонки повинно включати, поряд з вуглеводами та ліпідами, легко засвоювані білки (переважно у вигляді бульйонів, препаратів, що містять білкові гідролізати), 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 з'єднань період відновлення повинен тривати не менше 42 год. після подолання кожної 100-кілометрової ділянки дистанції.

Біохімічні зміни, що відбуваються в організмі спортсменів при заняттях різними видами спорту, суттєво залежать від їх кваліфікації. Особливо чітко це проявляється в циклічних видах спорту. Кваліфікація спортсмена у першу чергу впливає на глибину біохімічних зрушень, що відбуваються при роботі. Більш треновані спортсмени – представники циклічних видів спорту – виконують роботу більшої інтенсивності (долають дистанцію за менший час). Це і визначає більш значні зрушення у них при роботі.

Ациклічні види спорту. Спортивні ігри (футбол, баскетбол, волейбол, хокей, бадмінтон, теніс і ін.).

Спортивні ігри являють собою роботу змінної інтенсивності. Періоди напруженої м'язової роботи, забезпечуваної 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 із цим спортсменам-ігровикам необхідно мати досить високий рівень розвитку всіх трьох механізмів енергозабезпечення: алактатного, лактатного-анаеробного і аеробного. Лактатний анаеробний механізм забезпечує енергією стрибки, швидкі короткі "спурти". Лактатний аеробний – більш тривалі періоди напруженої роботи. Рівень розвитку аеробного процесу визначає загальну працездатність спортсмена, його здатність швидко відновлюватися. Біохімічні зміни при спортивній грі визначаються мірою, якою кожен із трьох перерахованих механізмів перетворення енергії утягується в енергетичне забезпечення роботи, тобто характером гри. Частково виключними є волейбол і хокей із шайбою. Для волейболіста найбільш важливі алактатний анаеробний механізм, що забезпечує енергією численні вистрибування, і аеробний, що забезпечує швидке відновлення запасів креатинфосфату та загальний рівень функціональної активності у роботі.

У хокеїстів, у яких гра складається з порівняно короткочасних періодів дуже високої активності, розділених періодами відпочинку (3-5 хв) анаеробні можливості (алактатні та лактатні) мають дуже велике значення. Кожний вихід хокеїста у процесі гри на лід призводить до накопичення в організмі великої кількості продуктів анаеробного метаболізму. Частина їх устигає усунутися за час відпочинку хокеїста на лаві запасних. Однак у цілому протягом ігрового періоду

відбувається поглиблення зрушень. Велике значення для швидкості усунення продуктів анаеробного обміну має рівень розвитку аеробних можливостей.

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

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

Найсильніші біохімічні зрушення в організмі спортсменів, а разом з ними і зменшення маси тіла на 2-5 кг відзначаються при грі у футбол і хокей із шайбою. Трохи менше виражені біохімічні зміни при грі в баскетбол і волейбол.

Гімнастика (спортивна і художня).

Відноситься до нециклічних, але найбільш універсальних видів спорту, що гармонійно розбудовують усі м'язи тіла спортсменів. Постійне заняття спортивною гімнастикою розбудовує силу і розтяжність 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 їхньому організмі незначні.

Енергозабезпечення організму в процесі виконання гімнастичних вправ відбувається в основному за рахунок креатинфосфату. Однак при

потужнішій діяльності гімнастів (махи на коні, кільце) до енергетичного забезпечення залучаються анаеробні реакції гліколізу, підвищується інтенсивність обміну білків крові, що супроводжуються збільшенням 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 значній мірі 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 в тренувальні заняття гімнастів потрібно 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 та енерговитратами, які залежать від величини вантажу, що піднімається, а також від динамічності сутички, і супроводжуються різноманітними біохімічними змінами в організмі спортсменів.

Важка атлетика – це короткочасна вправа силового типу динамічного характеру, постійне заняття яким викликає біохімічні зміни в організмі. Величина цих змін залежить від ваги вантажу, що піднімається штангістом, а також від способу його підняття (ривок, поштовх).

Виконання кожної важкоатлетичної вправи супроводжується сильною напругою організму, затримкою подиху і погіршенням кровообігу, що задає анаеробні умови. У зв'язку із 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 у крові штангістів (0,4-0,6 г/л) підвищуються незначно. Однак різке використання великої кількості енергії в організмі призводить до значного виділення молочної кислоти і фосфатів із сечею.

Величина біохімічних змін в організмі залежить від маси штанги, способу її підняття, кількості підходів спортсмена та тривалості інтервалів відпочинку між ними. Відновлення енергетичних ресурсів в організмі штангістів відбувається під час перерв і по закінченню роботи за рахунок аеробних окисних реакцій.

Тренування спортсменів силовими вправами сприяє збільшенню м'язової маси, підвищенню у м'язах вмісту глікогену, креатинфосфату, фосфоліпідів і розбудовує силу, однак така рухова якість як витривалість до тривалої роботи при цьому зовсім не розвивається. Тому для всебічної підготовки важкоатлетів необхідно проводити їх силові тренування в більш швидкому темпі, що розбудовує 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 біохімічні зрушення, що швидко змінюються, які виникають у зв'язку із частим чергуванням анаеробних і аеробних процесів, величина і тривалість яких повністю залежать від характеру двобою та його динамічності. У зв'язку із цим боротьбі неможливо дати певну біохімічну характеристику. Однак встановлено, що після закінчення сутички у крові борців може підвищуватися рівень молочної кислоти (до 1,0 г/л),

що свідчить про інтенсивність протікання реакцій гліколізу, а також вміст 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 потовиділення під час роботи веде до значних втрат організмом води, мінеральних солей і зниженню маси тіла.

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

Ресинтез витраченої енергії і зменшення КД відбувається за час коротких перерв, однак повністю витрачена енергія та 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 є характерним дуже сильне емоційне збудження, що викликає збільшення вмісту цукру у крові до 1,9 г/л. У періоди дуже напруженої роботи в боксерів може змінюватися білковий склад крові. Після закінчення змагань із сечею виділяються підвищені кількості молочної кислоти, цукру, білка.

Відновлення організму боксерів після змагань у зв'язку із сильною емоційною напругою протікає трохи повільніше, чим після тренувальних занять.

Постійне заняття боксом розбудовує силу, швидкість, специфічну витривалість.

Фехтування як вид ациклічних вправ характеризується складною координацією рухів, швидкістю і точністю дій спортсменів.

Динамічна швидкісна робота м'язів (тулуба, верхніх і нижніх кінцівок) фехтувальників здійснюється переважно в анаеробних умовах.

Тому під час двобою в їхньому організмі використовуються в основному анаеробні можливості, що супроводжуються деяким збільшенням вмісту молочної кислоти й зменшенням лужного резерву крові. У більш тренованому організмі величина цих зрушень зменшується.

БІОХІМІЧНІ ЗАКОНОМІРНОСТІ АДАПТАЦІЇ ДО М'ЯЗОВОЇ РОБОТИ У РІЗНИХ ВИДАХ СПОРТУ.

Адаптація в широкому змісті – це пристосування організму до середовища проживання, до умов його існування. Умови ж життя спортсмена суттєво відрізняються від тих, що спостерігаються у людей, що не займаються спортом. Це необхідність дотримання суворого режиму дня, стресові стани під час змагань, часті роз'їзди, зміна годинних поясів і кліматичних зон, підпорядкованість вимогам тренера і, нарешті, це необхідність систематично виконувати великі фізичні навантаження.

У даному розділі розглянуто адаптацію організму спортсмена до м'язової роботи, тому що в її прояві істотний внесок мають біохімічні механізми.

Загальноприйнятим визначенням такої адаптації є наступне. *Адаптація до м'язової роботи – це структурно-функціональна перебудова організму, що дозволяє спортсмену виконувати фізичні навантаження більшої потужності і тривалості, розбудовувати більш високі м'язові зусилля в порівнянні з нетренованою людиною.*

Біохімічні та фізіологічні механізми адаптації до фізичних навантажень сформувалися в ході тривалої еволюції тваринного миру і зафіксовані в структурі ДНК (у геномі). Тому в кожній людини є вроджені механізми адаптації, успадковані від батьків. Така вроджена адаптація називається генотипічною. Таким чином, організм

споконвічно має здатність адаптуватися до виконання фізичного навантаження. У принципі молекулярні механізми адаптації однакові для будь-якого організму. Однак рівень реалізації окремих адаптаційних механізмів характеризується значними індивідуальними коливаннями і в істотній мірі залежить від соматотипу та типу вищої нервової діяльності кожного індивіда. Наприклад, одні індивіди мають виражену здатність адаптуватися до виконання короткочасних силових або швидкісних вправ, але швидко стомлюються при тривалій роботі. Інші ж легко переносять тривалі навантаження невисокої потужності, але не можуть розвинути велику силу і швидкість. Індивідуальні особливості генотипічної адаптації необхідно враховувати при відборі для занять окремими видами спорту.

Адаптаційні можливості протягом життя індивіда змінюються: у зростаючого організму з віком вони збільшуються, у зрілому віці стабілізуються і під час старіння знижуються. Особливо значне збільшення адаптаційних можливостей відбувається при регулярному виконанні фізичних вправ. Під впливом систематичних тренувань адаптаційні механізми удосконалюються, і рівень адаптації до м'язової роботи значно зростає. Такий приріст адаптаційних можливостей організму, спостережуваний протягом його життя, називається фенотипічною адаптацією.

Структурно-функціональна перебудова організму, що забезпечує адаптацію до фізичної роботи, включає різноманітні процеси, що стосуються всіх рівнів організації організму, починаючи від хімічних реакцій і кінчаючи вищою нервовою діяльністю.

Адаптація організму до фізичних навантажень носить фазний характер і в ній виділяють два етапи (або фази) – термінова та довгочасна адаптація.

Термінова адаптація.

Основою термінової адаптації є структурно-функціональна перебудова, що відбувається в організмі безпосередньо при виконанні фізичної роботи. Метою цього етапу адаптації є створення м'язам оптимальних умов для функціонування, і насамперед за рахунок збільшення їх енергопостачання.

Необхідні для цього біохімічні і фізіологічні зрушення виникають під впливом нервово-гормональної регуляції. При виконанні м'язових навантажень підвищується тонус симпатичного відділу вегетативної нервової системи. Наслідком цього є збільшення швидкості кровообігу та легеневої вентиляції, що призводить до кращого постачання м'язів і інших органів, що мають відношення до м'язової діяльності (печінка, мозок, легені та ін.), киснем і енергетичними субстратами. Великий внесок у розвиток термінової адаптації вносять стресорні гормони - катехоламіни та глюкокортикоїди.

На клітинному рівні під впливом нервово-гормональної регуляції збільшується вироблення енергії. В основі цього явища лежить зміна спрямованості метаболізму в клітинах (у першу чергу в міоцитах): значно прискорюються реакції катаболізму при одночасному зниженні швидкості анаболічних процесів (головним чином синтезу білків). Як відомо, у ході катаболізму виділяється енергія і відбувається утворення АТФ. Отже, підвищення швидкості катаболізму збільшує енергозабезпечення м'язової роботи.

Основні зміни катаболічних процесів, що приводять, до посилення енергозабезпечення фізичних навантажень.

• *Прискорення розпаду глікогену в печінці* з утворенням вільної глюкози, що веде до підвищення концентрації глюкози у крові (робоча гіперглікемія) і збільшенням постачання всіх органів цим

найважливішим джерелом енергії. При виконанні фізичної роботи розщеплення глікогену в печінці стимулюється *адреналіном*.

• ***Посилення аеробного і анаеробного окиснення м'язового глікогену, що*** забезпечує вироблення великої кількості АТФ. При інтенсивних навантаженнях глікоген у м'язах переважно анаеробно перетворюється в молочну кислоту, а при виконанні тривалої роботи невисокої потужності глікоген аеробно розпадається в основному, до вуглекислого газу і води. Використання м'язового глікогену як джерела енергії також прискорюється під впливом *адреналіну*.

• ***Підвищення швидкості тканинного дихання*** в мітохондріях. Це відбувається із двох причин. По-перше, збільшується постачання мітохондрій киснем; по-друге, підвищується активність ферментів тканинного подиху внаслідок активуючої дії надлишку АДФ, що виникає при інтенсивному використанні АТФ у м'язових клітинах під час фізичної роботи.

• ***Збільшення мобілізації жиру з жирових депо.*** Внаслідок цього у крові підвищується рівень нерозщепленого жиру і вільних жирних кислот. Мобілізація жиру викликається *імпульсами симпатичної нервової системи і адреналіном*.

• ***Підвищення швидкості окиснення жирних кислот і утворення кетонових тіл, що*** є важливими джерелами енергії при виконанні тривалої фізичної роботи.

Уповільнення анаболічних процесів торкається в першу чергу синтезу білків. Синтез білків є енергоємним процесом: на включення в синтезований білок тільки однієї амінокислоти потрібно не менш трьох молекул АТФ. Тому гальмування під час м'язової роботи цього анаболічного процесу дозволяє м'язам використовувати більше АТФ для забезпечення скорочення і розслаблення. Зниження швидкості синтезу білків під час фізичної роботи викликається *глюкокортикоїдами*.

Ці біохімічні зрушення, що виникають при терміновій адаптації, принципово однакові для будь-якої людини. Однак під впливом систематичних навантажень, особливо спортивного характеру, ці зміни можуть бути більш глибокими і значними, що в підсумку дозволяє тренуваному спортсмену виконувати роботу більшої потужності і тривалості.

Довгочасна адаптація.

Етап довгочасної адаптації протікає в проміжках відпочинку між тренуваннями і вимагає багато часу. Біологічне призначення довгочасної адаптації - створення в організмі структурно-функціональної бази для кращої реалізації механізмів термінової адаптації, тобто довгочасна адаптація призначена для підготовки організму до виконання наступних фізичних навантажень в оптимальному режимі.

Основні напрямки довгочасної адаптації.

- ***Підвищення швидкості відбудовних процесів.*** Особливо велике значення для розвитку довгочасної адаптації має прискорення синтезу білків і нуклеїнових кислот. Це приводить до збільшення вмісту скорочувальних білків, білків-ферментів, кисень-транспортуючих білків (гемоглобін и міоглобін) Завдяки підвищенню вмісту в клітинах білків-ферментів прискорюється синтез інших біологічно важливих з'єднань, зокрема креатинфосфату, глікогену, ліпідів. У результаті такого впливу суттєво зростає енергетичний потенціал організму.

- ***Збільшення вмісту внутрішньоклітинних органоїдів.*** У процесі розвитку адаптації в м'язових клітинах стає більше скорочувальних елементів - міофібрил, збільшується розмір і кількість

мітохондрій, спостерігається розвиток саркоплазматичної мережі. В остаточному підсумку ці зміни викликають м'язову гіпертрофію.

• Удосконалювання механізмів нервово-гормональної регуляції.

При цьому зростають синтетичні можливості ендокринних залоз, що дозволяє при виконанні фізичних навантажень довше підтримувати у крові високий рівень гормонів, що забезпечують м'язову діяльність.

• Розвиток резистентності до біохімічних зрушень, що виникають в організмі під час м'язової роботи. Насамперед це стосується стійкості організму до підвищення кислотності, викликаному накопиченням лактату. Передбачається, що нечутливість до росту кислотності у адаптованих спортсменів обумовлена утворенням у них молекулярних форм білків, що зберігають свої біологічні функції при знижених значеннях рН.

У ході тренувального процесу обидва етапи адаптації – терміновий і довгочасний – за чергою повторюються і виявляють взаємний вплив. Так, термінова адаптація, що проявляється під час фізичної роботи, призводить до виникнення в організмі глибоких біохімічних і функціональних зрушень, які є необхідними передумовами для запуску механізмів довгочасної адаптації. У свою чергу, довгочасна адаптація, підвищуючи енергетичний потенціал організму, збільшує можливості термінової адаптації. Така взаємодія термінової і довгочасної адаптації поступово веде до росту працездатності спортсмена.

Тренувальний ефект.

У спортивній практиці для оцінки впливу тренувального процесу на формування адаптації до м'язової роботи використовуються три різновиди ефекту: *терміновий, відставлений і кумулятивний.*

Терміновий тренувальний ефект характеризує термінову адаптацію. По своїй суті терміновий тренувальний ефект являє собою біохімічні зсуви в організмі спортсмена, які викликаються процесами, що становлять термінову адаптацію. Ці зрушення фіксуються під час виконання фізичного навантаження і протягом термінового відновлення. За глибиною виявлених біохімічних змін можна судити про внесок окремих способів вироблення АТФ в енергозабезпечення виконаної роботи.

Так, за значеннями *МСК* і *ПАНО* можна оцінити стан аеробного енергозабезпечення. *Підвищення концентрації лактату, зниження величини рН*, відмічувані у крові після виконання роботи «до відмови» у зоні субмаксимальної потужності, характеризують можливості гліколітичного шляху ресинтезу АТФ. Іншим показником стану гліколізу є *лактатний кисневий борг* (також вимірюється після роботи «до відмови» із субмаксимальною потужністю). Величина *алактатного кисневого боргу*, обумовленого після навантаження «до відмови» у зоні максимальної потужності, свідчить про внесок креатинфосфатної реакції в енергопостачання виконаної роботи.

Відставлений тренувальний ефект являє собою біохімічні зміни, що виникають в організмі спортсмена в найближчі дні після тренування, тобто в період відставленого відновлення. Головним проявом відставленого тренувального ефекту є *суперкомпенсація* речовин, використовуваних під час фізичної роботи. До них насамперед слід віднести м'язові білки, креатинфосфат, глікоген м'язів і печінки.

Кумулятивний тренувальний ефект відбиває біохімічні зрушення, що поступово накопичуються в організмі спортсмена в процесі тривалих тренувань. Зокрема, кумулятивним ефектом можна вважати приріст у ході тривалих тренувань показників термінового і відставленого ефектів.

Кумулятивний ефект має специфічність, його прояв у більшій мірі залежить від характеру тренувальних навантажень.

Біологічні принципи спортивного тренування.

Знання закономірностей розвитку адаптації до м'язової роботи є обов'язковою умовою грамотної, науково обґрунтованої побудови тренувального процесу в сучасному спорті. Найважливіші закономірності адаптації, використовувані в теорії спорту, одержали назву *«біологічні принципи спортивного тренування»*. До них у першу чергу можна віднести наступні.

Принцип **надобтяження**. Цей принцип впливає із закономірності адаптації, який полягає в тому, що адаптаційні зміни викликаються тільки значними навантаженнями, що перевищують за обсягом і інтенсивністю певний граничний рівень. На рис. 1 показано залежність розвитку адаптації від величини використовуваних фізичних навантажень (залежність «доза - ефект»).

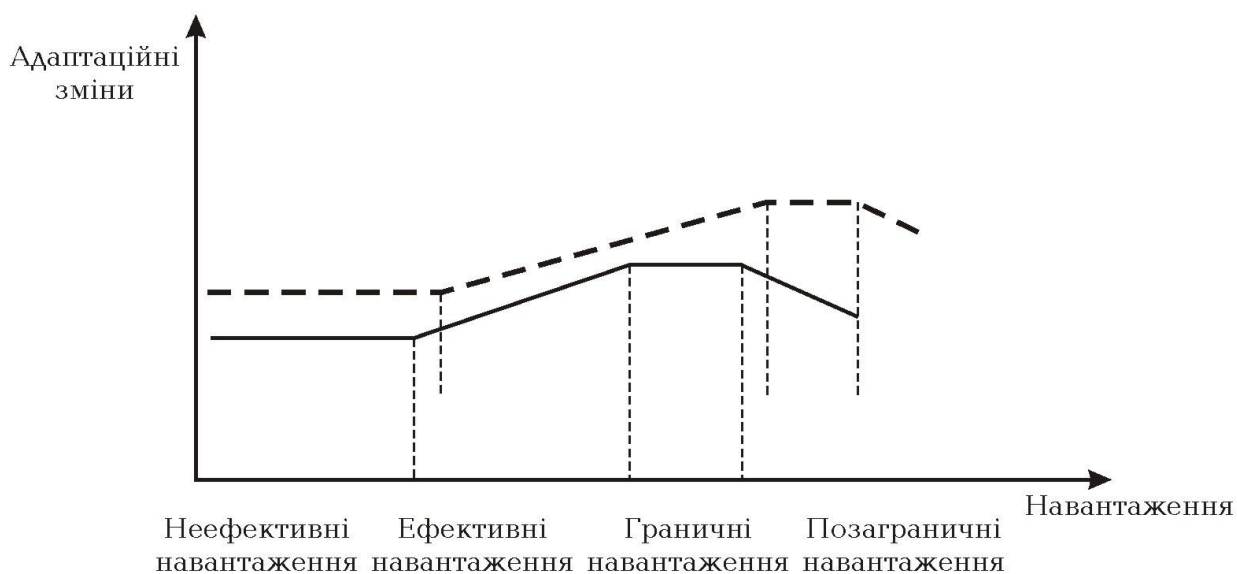


Рис.3. Залежність адаптаційних змін від величини навантаження

Як видно з рисунка, невеликі навантаження, що не досягають граничного значення, приросту адаптації не дають. Такі навантаження, що звичайно називають *неефективними*, приводять до появи в організмі лише незначних біохімічних і фізіологічних зрушень, наслідком чого є відсутність суперкомпенсації. Неефективні навантаження, хоча і не викликають розвитку адаптації, сприяють збереженню досягнутого рівня фізичної підготовленості. Неефективні навантаження широко використовуються в оздоровчій фізкультурі.

Застосування фізичних навантажень вище граничної величини супроводжується ростом адаптації. У діапазоні *ефективних навантажень* спостерігається пропорційність між їхньою величиною і приростом функції, що тренується. Характер цієї залежності можна пояснити так чином. Зі збільшенням навантаження наростає глибина виникаючих в організмі біохімічних і функціональних змін, що, у свою чергу, веде до виникнення усе більш вираженої суперкомпенсації.

Однак подальше збільшення навантажень спочатку веде до припинення приросту адаптаційних зрушень (*граничні навантаження*), а надалі до зниження тренувального ефекту (*позаграничні навантаження*). Такий вплив обсягу виконаної роботи на розвиток адаптації обумовлений тим, що в зоні граничних навантажень відбувається повне використання всіх наявних в організмі спортсмена біохімічних і функціональних резервів, що призводить до максимальної суперкомпенсації. Поза межні навантаження дуже великої інтенсивності або тривалості, які невідповідні функціональному стану організму, викликають настільки глибокі біохімічні і фізіологічні зрушення, що повноцінне відновлення стає неможливим. Систематичне використання таких навантажень неодмінно призводить до порушення механізмів адаптації, тобто до *зриву адаптації* або *дезадаптації*, що виражається погіршенням рухових якостей, зниженням працездатності і результативності. Це явище в спорті називається *перетренованістю*.

У спортивній практиці найчастіше застосовуються ефективні навантаження. Використання граничних навантажень небезпечно у зв'язку з тим, що при будь-якому погіршенні функціонального стану спортсмена ці навантаження можуть стати позамежними і привести до зриву адаптації.

При поступовому розвитку адаптації і тренуваності значення граничного рівня відповідно збільшується і тренувальні навантаження, які раніше були ефективними, можуть стати неефективними і не викликати подальшого зростання спортивних показників. Тому для підтримки ефективності тренувальних занять необхідно поступово збільшувати використовувані навантаження. Пунктирна лінія на рис. 1 показує залежність між величиною навантаження і тренувальним ефектом після декількох років успішних занять спортом. Бачимо, що у високотренованого спортсмена поріг адаптації має більше значення, адаптаційні зрушення викликаються більш високими навантаженнями і рівень адаптації вище.

Із принципу надобтяження впливають два положення, які необхідно враховувати при організації тренувального процесу.

По-перше, для розвитку адаптації і росту спортивної майстерності необхідно використовувати досить великі за обсягом і інтенсивністю фізичні навантаження, що перевищують граничне значення.

По-друге, при поступовому наростанні адаптаційних змін слід відповідно збільшувати тренувальні навантаження.

Принцип оборотності (повторності). Адаптаційні зміни в організмі, що виникають під впливом фізичної роботи, не постійні. Після припинення занять спортом або при тривалій перерві в тренуваннях, а також при зниженні обсягу тренувальних навантажень адаптаційні зрушення поступово зменшуються. Наприклад, у м'язах після припинення регулярних тренувань концентрації глікогену і

креатинфосфату знижуються з високих до звичайних значень, зменшуються можливості енергозабезпечення, стає менше міофібрил. У підсумку висока працездатність, що була досягнута за рахунок напружених, багаторічних занять спортом, знижується після припинення тренувань або при зменшенні їх обсягу. Така плавна втрата адаптаційних властивостей часто позначається терміном *розтренованість*. В основі цього явища лежить оборотність суперкомпенсації. Суперкомпенсація оборотна і носить тимчасовий характер. Підвищення енергетичного і функціонального потенціалів організму, обумовлене суперкомпенсацією, досить швидко змінюється поверненням їх до доробочого рівня. Однак часте виникнення суперкомпенсації (при регулярних тренуваннях) поступово веде до росту вихідного рівня найважливіших хімічних сполук і внутрішньоклітинних структур, який зберігається протягом тривалого часу.

Із цього принципу випливає ще один важливий наслідок: *Однократне фізичне навантаження не може викликати приросту адаптаційних змін. Для розвитку адаптації тренування повинні систематично повторюватися протягом тривалого часу, і тренувальний процес не повинен перериватися.*

Принцип специфічності. Цей принцип полягає в тому, що адаптаційні зрушення, що виникають в організмі спортсмена під впливом тренувань, значною мірою залежать від характеру виконуваної м'язової роботи. При переважному використанні швидкісних навантажень у м'язах спостерігається зростання анаеробного енерговироблення за рахунок збільшення можливостей креатинфосфатного і гліколітичного шляхів ресинтезу АТФ. Тренування силового характеру приводять до найвищого збільшення м'язової маси за рахунок посиленого синтезу скорочувальних білків. При заняттях із

застосуванням тривалих навантажень зростають можливості аеробного енергозабезпечення.

Ця специфічність знаходить висвітлення у всіх видах тренувального ефекту. Особливо помітні відмінності спостерігаються у проявах кумулятивного ефекту. Так, у спортсменів, що виконують переважно швидко-силові вправи, у м'язових волокнах поступово підвищується концентрація креатинфосфату і глікогену, збільшується кількість міофібрил, розвивається саркоплазматична мережа. Наслідком таких змін стає зсув спектра м'язових волокон у бік переваги білих (швидких), що в підсумку викликає м'язову гіпертрофію міофібрилярного типу. Одночасно в організмі спортсмена росте резистентність до молочної кислоти.

Використання у ході тренувальних занять тривалих фізичних навантажень невеликої інтенсивності викликає у м'язових клітинах інші зміни. Кумулятивний тренувальний ефект у цьому випадку проявляється збільшенням у міоцитах розміру і кількості мітохондрій, підвищенням вмісту міоглобіну, ростом концентрації глікогену і запасного внутрішньом'язового жиру. Такого роду зрушення у м'язових клітинах ведуть до зсуву спектра м'язових волокон у бік червоних, до виникнення м'язової гіпертрофії саркоплазматичного типу. Ще одним характерним зрушенням в організмі, що виникає при виконанні вправ аеробної спрямованості, є підвищення МСК, що відбиває збільшення максимальної потужності ресинтезу АТФ тканинним подихом.

Поряд зі специфічним впливом характеру використовуваних фізичних навантажень на розвиток адаптації можна також виявити і неспецифічні зміни в організмі, що виникають при виконанні будь-якої м'язової роботи. Так, регулярні заняття будь-яким видом спорту ведуть до зростання фізичної працездатності, розвитку рухових якостей, удосконалюванню вегетативних і регуляторних систем організму, зміцнення здоров'я.

Таким чином, у адаптації до фізичних навантажень можна виділити два компоненти: специфічний і неспецифічний. Співвідношення між ними залежить від характеру тренувальних навантажень. Специфічність проявляється в більшій мірі при розвитку адаптації до анаеробної роботи. Це обумовлено тим, що під впливом анаеробних (швидкісно-силових) навантажень адаптаційні зміни у першу чергу з'являються у м'язах, що беруть участь у виконанні цих рухів, (наприклад, зростають запаси креатинфосфату і глікогену, збільшується кількість міофібрил, підвищується активність ферментів, що забезпечують м'язову діяльність, і т.п.).

Адаптація до аеробних навантажень менш специфічна. Це обумовлено тим, що при її розвитку в більшій мірі удосконалюються різні позам'язові фактори: функціональний стан кардіореспіраторної системи, печінки і нервово-гормональної регуляції, киснева ємність крові, запаси в організмі легкодоступних для використання джерел енергії. Тому спортсмен, що має гарний рівень адаптації до вправ аеробного характеру, може виявити її не тільки у своєму виді спорту, але і в інших видах аеробної роботи.

Ця закономірність розвитку адаптації також має прикладне значення. *Тренувальні заняття необхідно проводити із застосуванням специфічних для кожного виду спорту навантажень. Однак для гармонійного розвитку спортсмена ще потрібні неспецифічні загальнозміцнювальні навантаження, що впливають на всю мускулатуру, у тому числі на м'язи, що не беруть участь у виконанні вправ, характерних для даного виду спорту.*

Принцип послідовності. Біохімічні зміни, що лежать в основі адаптації до м'язової роботи, виникають і розвиваються не одночасно, а в певній послідовності. Швидше всього збільшуються і довше зберігаються показники аеробного енергозабезпечення. При цьому у м'язах підвищується вміст глікогену, який використовується в якості

джерела енергії. Для помітного зростання аеробної працездатності досить декількох місяців. Більше часу потрібно для збільшення алактатної (гліколітичної) працездатності, яка лімітується не тільки запасами м'язового глікогену і активністю ферментів гліколізу, але в значній мірі залежить від розвитку в організмі спортсмена резистентності до накопичення лактату. І, нарешті, в останню чергу підвищуються можливості організму до роботи в зоні максимальної потужності. Біохімічною основою збільшення цих можливостей є підвищення у м'язах запасів креатинфосфату і активності ферменту, що каталізує креатинфосфатну реакцію, - креатинкінази. Із практики спорту відомо, що для значного росту максимальної сили і швидкості, а також алактатної витривалості необхідні роки інтенсивних тренувань, причому досягнуті високі показники алактатної працездатності швидко зникають після припинення занять спортом.

Ця закономірність адаптації враховується при побудові тренувального процесу в сезонних видах спорту. Підготовчий період річного тренувального циклу звичайно починається з етапу розвитку аеробних можливостей. Тут використовуються загальнорозвиваючі навантаження аеробної спрямованості. Зростання аеробного енергозабезпечення, у свою чергу, є основою для ефективного застосування навантажень, спрямованих на розвиток швидкісно-силових якостей. Це пояснюється тим, що від можливостей аеробного шляху утворення АТФ залежить швидкість утворення креатинфосфату і усунення лактату за рахунок поточного і термінового відновлення і інтенсивність синтетичних процесів під час відставленого відновлення.

Особливо важливе дотримання принципу послідовності при роботі з починаючими спортсменами.

Принцип регулярності. Цей принцип описує закономірності розвитку адаптації залежно від регулярності тренувальних занять, тобто від тривалості відпочинку між тренуваннями.

При частих тренуваннях (щодня або через день) синтез більшості речовин, зруйнованих при роботі, ще не завершується, і нове заняття проходить у фазі недовідновлення. У цей час рухові можливості організму знижені і використовувані навантаження викликають значні зрушення в організмі. Тому наступне тренування протікає у фазі ще глибшого недовідновлення і призводить до більшої виразності виникаючих в організмі змін. Тривале застосування такого тренувального режиму викликає поступове вичерпання енергетичних і фізіологічних резервів, погіршення рухових якостей, зниження працездатності і, отже, веде до втрати адаптації до фізичних навантажень. У теорії спорту це явище називається *негативна взаємодія навантажень*.

Проведення тренувальних занять у фазі суперкомпенсації (слід пам'ятати, що суперкомпенсація характеризується гетерохронністю і стосовно різних речовин виникає в неоднаковий час) дозволяє використовувати навантаження більшого обсягу, що, у свою чергу, викликає посилення суперкомпенсаційних зрушень. Регулярне виконання тренувальних навантажень на хвилі суперкомпенсації дає можливість поступово збільшувати їхню величину і призводить до зростання адаптаційних можливостей спортсмена (див. принцип надобтяження). Така комбінація тренування і відпочинку одержала назву *позитивна взаємодія навантажень*.

При великій тривалості відпочинку (наприклад, тренування проводяться тільки один раз у тиждень) нове тренування проводиться вже після повного завершення відновлення, коли всі біохімічні і функціональні показники повернулися до вихідного, доробочого рівня. У цьому випадку приросту адаптаційних змін не спостерігається, тому що наявність постійного вихідного рівня біохімічних і фізіологічних параметрів організму не дозволяє підвищувати величину тренувальних навантажень. Тому такі рідкі заняття не ведуть до розвитку рухових

якостей, але дозволяють зберігати наявну працездатність. Оскільки при такому режимі відставлений тренувальний ефект від попереднього тренування і терміновий тренувальний ефект від наступного спостерігаються в різний час і не нашаровуються один на одного, то дану закономірність позначають як *нейтральну взаємодію навантажень*

У спортивній практиці принцип позитивної і негативної взаємодії навантажень використовується при підготовці спортсменів високої кваліфікації (див. принцип циклічності), а нейтральна взаємодія знаходить застосування в оздоровчій фізкультурі.

Принцип циклічності. Виходячи з розглянутих принципів надобтяження і повторності впливає, що для досягнення адаптаційних змін необхідно систематично застосовувати більші навантаження. Однак тривале використання навантажень великого обсягу неодмінно повинно привести до виснаження біохімічних і фізіологічних резервів організму. Тому, згідно із *принципом циклічності*, періоди інтенсивних тренувань слід чергувати з періодами відпочинку або тренувань із використанням навантажень зменшеного обсягу.

На основі цього принципу планується річний тренувальний цикл у багатьох і особливо в сезонних видах спорту. Річний цикл підготовки спортсмена поділяється на *періоди (макроцикли)* тривалістю кілька місяців, що відрізняються обсягом тренувальних навантажень. Виділяють підготовчий, змагальний, відбудовний макроцикли. Періоди тренувального циклу складаються з *етапів (мезоциклів)*. Кожний мезоцикл вирішує конкретне педагогічне завдання і сприяє розвитку специфічної адаптації до фізичних навантажень певного виду. Можна виділити мезоцикли, спрямовані на розвиток швидкісно-силових якостей, підвищення витривалості, удосконалювання техніки і т.д. У свою чергу, кожний мезоцикл складається з декількох *мікроциклів*. Звичайно мікроцикл має тривалість 5-7 днів. У перші дні мікроциклу (3-5 днів) проводяться інтенсивні тренування, іноді навіть по декілька

разів у день. Такі тренувальні заняття проводяться за *принципом негативної взаємодії навантажень* (див. принцип регулярності) і приводять до глибоких біохімічних і функціональних зрушень, які не можуть бути викликані однократним тренуванням. Заключна частина мікроциклу приділяється процесам відновлення. Завдяки значній глибині виниклих в організмі змін, відновлення призводить до появи вираженої суперкомпенсації. Ефективності відбудовних процесів сприяють повноцінне, якісне харчування і різні засоби, що прискорюють відновлення. Новий мікроцикл починається у фазі суперкомпенсації, викликаній попереднім, коли руховий потенціал спортсмена особливо високий. Тому можливо використання ще більших навантажень, що в підсумку повинно призвести до збільшення висоти і тривалості суперкомпенсації.

Таким чином, тренування в кожному мікроциклі проводяться за типом негативної взаємодії навантажень, а між мікроциклами існує позитивна взаємодія навантажень.

Біохімічні зміни в організмі спортсменів у передстартовому стані.

Біохімічні зміни відбуваються в організмі не тільки в процесі безпосереднього виконання роботи, але й до її початку – у передстартовому стані. Передстартові зміни носять умовно-рефлекторний характер. Провідна роль у їх появі належить симпатико-адреналіновій системі. У передстартовому стані відбувається посилення діяльності ряду залоз внутрішньої секреції, зокрема, мозкового шару надниркової залози. Особливо підсилюється утворення адреналіну. Під його впливом активізуються процеси розщеплення глікогену в печінці, мобілізація депонованого жиру, підвищується активність ферментів, зокрема ферментів енергетичного обміну. У крові підвищується вміст

енергетичних субстратів: глюкози, вільних жирових кислот, кетонових тіл. Підсилюється діяльність серцево-судинної та дихальної систем, підвищується вміст гемоглобіну у крові за рахунок виходу з депо багатокислотними еритроцитами крові. Усе це забезпечує збільшення споживання організмом кисню, підвищує кисневу ємність крові, поліпшує постачання тканин киснем і енергетичними субстратами.

Під впливом адреналіну значно підвищується частота серцевих скорочень, а також збільшується їхня сила, що сприяє ще більшому зростанню швидкості кровообігу.

Ще одна важлива зміна в організмі викликається адреналіном – перерозподіл крові в судинній руслі. Під впливом адреналіну розширюються кровоносні судини органів, що беруть участь у забезпеченні м'язової діяльності (кістякові м'язи, мозок, міокард, легені, печінка), і одночасно звужуються судини органів, що не приймають пряму участь в забезпеченні функціонування м'язів (нирки, шлунково-кишковий тракт, шкіра й ін.). У результаті такого впливу значно поліпшується кровопостачання м'язів і внутрішніх органів, що мають відношення до виконання м'язової роботи.

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

Передстартові зміни в організмі знаходяться у відповідності до майбутньої роботи та відповідають їм за характером і глибиною. Чим важче майбутня робота, тим глибше біохімічні зрушення у передстартовому стані.

Рівень передстартових реакцій організму залежить від віку і статі спортсменів. Значніші передстартові зміни спостерігаються в організмі

підлітків і жінок, у зв'язку із 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 тим, що вироблення умовних рефлексів на біохімічні зрушення, що трапляються в організмі, відбувається не відразу та цілком залежить від спортивного стажу спортсмена в певному виді спорту. Однак це не означає, що у новачків перед стартом не спостерігаються посиленій газообмін, підвищення рівня цукру, молочної кислоти у крові та 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 трапляється внаслідок умовно-рефлекторної діяльності центральної нервової системи.

Виходячи з вищевикладеного, передстартовий стан слід розуміти як цілком сформовану сукупність біохімічних змін в організмі людини, розвинену в процесі постійного тренування певним видом фізичних вправ, що і призводить до формування умовних рефлексів на виконувану роботу. Тому всі передстартові біохімічні зміни в організмі виникають внаслідок регулюючої дії кори головного мозку.

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

Передстартові зміни в організмі, особливо ті, що відповідають майбутній роботі, слід розглядати як явища позитивні. Вони

підготовляють організм до майбутнього завдання. При недостатньо виражених передстартових зрушеннях, організм виявляється погано підготовленим. Надмірні зрушення, що виникають надто рано, можуть привести до виснаження залоз внутрішньої секреції, перевитрати енергетичних субстратів і іншим змінам, результатом яких може бути зниження працездатності і спортивного результату.

Уміло виконана розминка може вплинути на передстартові зрушення в організмі. При недостатньо глибоких зрушеннях енергійно виконана розминка буде сприяти поглибленню біохімічних змін, приведенню їх у більшу відповідність із майбутньою роботою. Навпаки, при надмірно глибоких зрушеннях розминка повинна бути помірної інтенсивності, спокійнішою. Це забезпечить згладжування передстартових біохімічних змін в організмі і запобіжить несприятливим наслідкам надмірної реакції.

Вплив середньогір'я на біохімічні зміни у спортсменів на тренуваннях і змаганнях.

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

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

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

- знижений парціальний тиск O_2 внаслідок атмосфери, що призводить до «вимивання» з організму CO_2 ;
- підвищена сухість повітря.

В атмосферному повітрі втримується 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 (Hb) киснем, приблизно 96% гемоглобіну, що проходить через легені насичується киснем.

На висоті тиск падає, знижується і парціальний тиск кисню, що, у 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 2000 м над рівнем моря парціальний тиск pO_2 становить близько 120 мм рт. ст. При цьому трохи знижується і насичення крові киснем. В умовах звичайної діяльності здоровіша людина, а тим більше спортсмен, це практично не помічає. Але при напруженій м'язовій роботі менше насичення крові киснем стає відчутним: знижується кількість кисню, що поступає до працюючих м'язів, результатом чого є зниження аеробних можливостей; падає працездатність, у першу чергу, у вправах, у яких частка аеробного енергозабезпечення становить значний відсоток.

Зниження аеробних можливостей у 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 анаеробної

спрямованості – також. До таких видів робіт відносяться, зокрема, вправи циклічних видів спорту тривалістю до 1 хв.

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

Деякому збільшенню анаеробних можливостей у гірській місцевості сприяють і особливості діяльності в цих умовах залоз внутрішньої секреції. На висоті, зокрема, слабшає діяльність щитовидної 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 подих і потовиділення, у результаті значно підвищується потреба у воді.

Адаптація організму спортсмена до середньогір'я при тренуванні полягає, з одного боку, у посиленні діяльності органів і систем, відповідальних за споживання, транспорт і використання кисню в організмі, з іншого боку – відбувається збільшення анаеробних можливостей, що компенсують недостатнє надходження кисню до організму. Зміни відбуваються як на рівні організму, так і на рівні клітини. На рівні організму відбувається посилення діяльності серцево-судинної і дихальної систем, поліпшується регуляція їх діяльності. Відбувається зростання кількості еритроцитів у крові, що збільшує її дихальну поверхню. Підвищується концентрація гемоглобіну. У крові збільшується кількість новостворених «молодих» еритроцитів - ретикулоцитів. У м'язах підвищується вміст міоглобіну, збільшується число 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 підвищення у м'язах концентрації креатинфосфату, глікогену, кількості і активності ферментів гліколізу, підвищення буферних можливостей організму, збільшення резервної лужності та деякі інші зміни.

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

Настання 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 суттєво підвищує потреба організму спортсмена в білках. Посилений синтез хромопротеїдів, що містять у своєму складі іони заліза, викликає збільшення потреби організму у цьому елементі. Підвищується також потреба у вітамінах, особливо групи В і РР, що беруть участь у побудові небілкової частини ряду ферментів енергетичного обміну.

Перші помітні ознаки акліматизації виявляються через 12-14 днів тренування у горах. Швидкість адаптаційних змін при тривалому перебуванні в горах поступово знижується. Через 2-3 місяця тренування в середньогір'ї швидкість цих змін стає дуже низькою. Цей термін слід розглядати як найбільший при організації тренувальних зборів у середньогір'ї.

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

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

БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ СПОРТИВНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ У РІЗНИХ ВИДАХ СПОРТУ.

Спортивна працездатність є найважливішою якістю, що визначає спортивно-технічну майстерність представників різних видів спорту. Яскраво виражені тенденції сучасного спорту – підвищення тренувальних і змагальних навантажень, збільшення кількості тренувань, ускладнення техніки виконання спортивних вправ ще більше підвищують роль спортивної працездатності в досягненні високих спортивних результатів. Підвищення спортивної працездатності являє собою першочергове завдання, що стоїть перед тренерами і викладачами фізичного виховання. Тільки на суворо науковій основі, опираючись на закономірності біохімічних і фізіологічних процесів, що протікають в організмі спортсмена, творчо використовуючи ці знання в тренувальному процесі, можна в сучасних умовах, коли фізичні навантаження наближаються до межі функціональних можливостей організму, знаходити нові методи і засоби підвищення спортивної працездатності.

Компоненти спортивної працездатності.

З біологічних позицій спортивну працездатність (*спеціальну працездатність*) можна визначити як структурно-функціональний потенціал або стан організму спортсмена, що дозволяє йому виконувати специфічні фізичні навантаження певної потужності і тривалості.

Спортивна працездатність – якість інтегральна, прояв якої залежить від багатьох факторів.

М.І. Волков виділяє наступні фактори, що лімітують спортивну працездатність:

- можливості енергетичного забезпечення м'язової діяльності;
- функціональний стан і розвиток основних систем організму (*м'язової, кардіореспіраторної, нервової, ендокринної, травної, видільної, імунної і ін.*);
- техніка виконання фізичних навантажень, характерних для даного виду спорту;
- тактика ведення спортивної боротьби;
- психологічна підготовка спортсмена.

Перші два фактори визначають переважно фізичну підготовку спортсмена або фізичну працездатність. Їх звичайно називають факторами потенцій або внутрішніх можливостей. Інші фактори (*техніка, тактика і психологічна підготовка*) є факторами продуктивності, від яких залежить прояв факторів потенцій. Тільки при наявності гарної техніки, правильно вибраної тактики, високої мотивації можлива реалізація повною мірою внутрішніх можливостей спортсмена. У свою чергу, без гарного розвитку фізичної працездатності фактори продуктивності виявляються неефективними.

З перерахованих факторів найбільше значення має стан біоенергетики, тому що неможливо виконати будь-яку роботу без витрати енергії.

Як відомо, енергозабезпечення м'язової роботи здійснюється головним чином за рахунок трьох шляхів ресинтезу АТФ: креатинфосфатного (*алактатного*), гліколітичного (*лактатного*) і аеробного (*тканинного подиху*). Залежно від домінування того або іншого шляху ресинтезу АТФ в енергозабезпеченні виконуваної роботи

виділяють три компоненти працездатності: **алактатна** працездатність, **лактатна** працездатність і **аеробна** працездатність.

Часто алактатну і лактатну працездатність поєднують в **анаеробну** працездатність.

Аеробна працездатність проявляється при виконанні тривалих фізичних навантажень, а анаеробна працездатність забезпечує можливість виконання короткочасних навантажень високої і максимальної інтенсивності.

Виділені компоненти працездатності нарівно відносяться як до загальної, так і до спеціальної працездатності.

Надалі в основному розглядається загальна (*фізична*) працездатність, тому що в її основі насамперед лежать біохімічні механізми.

Структурно-функціональні основи компонентів працездатності.

Алактатна працездатність.

Алактатна працездатність проявляється при виконанні фізичних навантажень у зоні максимальної потужності, тобто навантажень гранично можливої потужності, яку можна зберегти лише протягом 15-20 с. Такі навантаження переважно забезпечуються креатинфосфатним способом утворення АТФ і часто називаються **алактатними**. Тому абсолютна величина потужності алактатних навантажень значною мірою залежить від вмісту у м'язах креатинфосфату і активності ферменту креатинкінази.

До основних структурних внутрішньом'язових факторів, що лімітують алактатну працездатність, можна віднести кількість міофібрил, від яких залежить сила і швидкість м'язового скорочення, і розвиток саркоплазматичної мережі, що містить іони кальцію, і що бере участь у проведенні нервового імпульсу усередині м'язової клітини.

При цьому кількість міофібрил у першу чергу впливає на силові можливості міоцитів, а розвиток саркоплазматичної мережі в більшому ступені позначається на швидкісних якостях.

До структурних факторів можна також віднести кількість нервово-м'язових синапсів нервових імпульсів, що забезпечують передачу, від закінчень рухових нервів безпосередньо на м'язові клітини. Ще одним структурним фактором можна вважати вміст у м'язах білка *колагену*, що бере участь у м'язовому розслабленні (релаксації).

Найбільш важливими функціональними факторами, що лежать у основі алактатної працездатності, є активність ферментів, що беруть участь у м'язовій діяльності. Від АТФ-азної активності міозину залежить кількість енергії АТФ, перетвореної в механічну роботу, тобто потужність виконуваних фізичних навантажень. Активність кальцієвої АТФ-ази (*кальцієвого насоса*) визначає швидкість м'язової релаксації, від якої залежать швидкісні якості м'яза.

Перераховані структурні і функціональні фактори діють неоднаково в м'язових волокнах різних типів.

Залежно від переваги тих або інших способів утворення АТФ, хімічного складу і мікроскопічної будови виділяють три основні типу м'язових волокон: *тонічні, фізичні і перехідні*. Ці типи волокон також різняться за своєю збудливістю, терміну, швидкості і силі скорочення, тривалості функціонування.

Тонічні волокна (синоніми: *червоні, повільні, S-волокна*) Від ***англ. slow*** - «**повільний**». містять відносно велике (*розраховуючи на одиницю маси або обсяг м'язової клітини*) кількість мітохондрій, у них багато міоглобіну (тому вони мають червоне фарбування), але мало скорочувальних елементів - міофібрил. Основний механізм ресинтезу АТФ у таких м'язових волокнах - аеробний. Тому вони скорочуються повільно, розбудовують невелику потужність, але можуть скорочуватися тривалий час.

Фазичні волокна (синоніми: *білі, швидкі, F-волокна* Від *англ. fast* - «швидкий, швидкий».) мають багато міофібрил, добре розвинену саркоплазматичну мережу (*багато цистерн із іонами кальцію!*), до них підходить багато нервових закінчень. У них добре розвинені колагенові волокна, що сприяє швидкому розслабленню. У їхній саркоплазмі значні концентрації креатинфосфату і глікогену, висока активність креатинкінази і ферментів гліколізу. Відносна кількість мітохондрій у білих волокнах (*у порівнянні із червоними*) значно менша, вміст міоглобіну у них низький, тому вони мають бліде фарбування. Забезпечення енергією білих м'язових волокон здійснюється за рахунок креатинфосфатної реакції і гліколізу. Комбінація анаеробних шляхів ресинтезу АТФ із більшою кількістю міофібрил дозволяє волокнам даного типу розбудовувати високу швидкість і силу скорочення. Однак внаслідок швидкого вичерпання запасів креатинфосфату і глікогену час роботи цих волокон обмежений.

Перехідні м'язові волокна за своєю будовою і властивостям займають проміжне положення між фазичними і тонічними.

Навіть із такого короткого і неповного перерахування відмінностей між типами м'язових волокон випливає, що для прояву сили і швидкості більш кращі білі (фазичні) волокна і близькі до них за будовою перехідні волокна. Тому більш виражену алактатну працездатність, за інших рівних умов, мають ті м'язи, у яких співвідношення між м'язовими волокнами зміщене у бік білих.

Співвідношення між волокнами різних типів у кістякових м'язах неоднакове. Так, м'язи передпліччя, двоголовий м'яз плеча, м'язи голови і інші переважно містять фазичні волокна. У м'язах тулуба, прямому м'язі живота, прямому м'язі стегна в основному є тонічні волокна. Звідси легко зрозуміти, чому зазначені групи м'язів суттєво різняться за таких властивостях, як збудливість, швидкість, сила, витривалість.

Співвідношення між різними типами м'язових клітин у кожної людини генетично визначене. Однак, використовуючи фізичні навантаження певного характеру, можна цілеспрямовано викликати зміну спектра м'язових волокон. За рахунок застосування силових вправ відбувається зсув цього спектра у бік переваги білих волокон, що мають більший діаметр у порівнянні із червоними і перехідними, що в підсумку призводить до гіпертрофії м'язів, що тренуються, і підвищенню алактатної працездатності. Основною причиною гіпертрофії в цьому випадку є збільшення вмісту у м'язових клітинах скорочувальних елементів – міофібрил. Тому м'язова гіпертрофія, що викликана силовими навантаженнями, відноситься до міофібрилярного типу.

Лактатна працездатність.

Лактатна (*гліколітична*) працездатність реалізується, як правило, при виконанні фізичних навантажень у зоні субмаксимальної потужності тривалістю до 5 хв. Такі навантаження в основному забезпечуються лактатним або гліколітичним ресинтезом АТФ і звичайно позначаються як *лактатні*, або *гліколітичні*. Їхня абсолютна потужність залежить від доробочої концентрації м'язового глікогену і активності ферментів, що беруть участь у гліколізі.

Можливості лактатного компонента працездатності обумовлені практично тими ж структурними і функціональними факторами, як і у відношенні алактатної працездатності (у зв'язку із цим дані компоненти часто поєднуються в анаеробну працездатність). Однак їх вплив менше виражений, тому що за рахунок лактатного компонента виконується робота з меншою силою і швидкістю в порівнянні з алактатними навантаженнями.

На відміну від алактатного компонента, дуже важливим фактором, що впливає на лактатну працездатність, є компенсаторні можливості

організму, що забезпечують резистентність (*нечутливість*) до зростання кислотності.

При інтенсивному протіканні процесу гліколізу відбувається утворення і накопичення у м'язових волокнах більших кількостей лактату. Підвищення його концентрації викликає зрушення рН у кислу сторону. При цьому відбуваються конформаційні зміни (тобто зміни просторової структури) м'язових білків, у тому числі білків-ферментів, що призводить до зниження їх каталітичних властивостей. Зменшується активність ферментів гліколізу, знижуються АТФ-азна активність міозину і активність кальцієвої АТФ-ази (кальцієвого насоса). Підвищення кислотності також негативно позначається на скорочувальних властивостях міоцитів.

Нейтралізація молочної кислоти здійснюється буферними системами за рахунок їх лужних компонентів. Однак буферна ємність організму і особливо буферних систем крові під впливом тренувань практично не змінюється. У цей час вважається, що розвиток резистентності до підвищення кислотності у високотренованих спортсменів зв'язане не зі збільшенням лужного резерву організму, а з виробленням нових, більш стійких до зміни рН ізоферментів і з формуванням комплексу пристосувальних механізмів, що дають організму можливість працювати в умовах значного закислення.

Ще одним функціональним фактором, що впливає на лактатну працездатність, є наявність у білих м'язових клітинах ізоферменту лактатдегідрогенази м'язового типу (*М-лактатдегідрогеназа*), який переважніше каталізує перетворення піровиноградної кислоти в молочну, а не навпаки. Цей факт є однією із причин високої алактатної працездатності кістякових м'язів з більшим вмістом фазичних волокон.

Аеробна працездатність.

Внутрішньом'язовими структурними факторами, що лежать в основі аеробної працездатності, є кількість мітохондрій у міоцитах і вміст у них міоглобіну. Це пов'язано з тим, що аеробні навантаження, в основному, забезпечуються аеробним способом утворення АТФ (*тканинний подих*), що обов'язково протікають у мітохондріях. Міоглобін є переносником кисню усередині м'язових клітин і від його концентрації залежить постачання мітохондрій киснем. Крім того, зв'язуючи кисень, міоглобін створює певний його резерв у м'язовій тканині. Зв'язок між вмістом у м'язах міоглобіну і аеробною працездатністю відзначена у багатьох роботах. Як вказувалося вище, більшою кількістю мітохондрій і високою концентрацією міоглобіну характеризуються червоні (*тонічні*) м'язові волокна. Звідси випливає, що виражену аеробну працездатність повинні мати м'язи зі співвідношенням між різними типами м'язових волокон у бік переваги червоних.

Але прояв аеробної працездатності в більшому ступені обумовлений позам'язовими факторами: функціональним станом вегетативних і регуляторних систем організму, запасами позам'язових джерел енергії.

У забезпеченні аеробних навантажень активну участь бере участь нервова система, що формує і направляє у м'язи рухові імпульси, і кардіореспіраторна система, що постачає працюючі м'язи киснем і енергетичними субстратами.

Особисту участь у транспорті кисню беруть участь червоні клітини крові - *еритроцити*.

Основна функція еритроцитів - *дихальна*. За участю еритроцитів здійснюється перенос кисню від легенів до тканин і вуглекислого газу від тканин до легенів.

Великий внесок у забезпечення аеробних можливостей організму вносить печінка. При виконанні аеробних навантажень активуються функції печінки, спрямовані переважно на поліпшення забезпечення працюючих м'язів позам'язовими джерелами енергії, що переносяться кров'ю.

Дуже важливу роль у забезпеченні високої працездатності виконують гормони. При м'язовій діяльності спостерігається виділення в кров'яне русло багатьох гормонів. Але найбільший внесок у функціональну і біохімічну перебудову організму при м'язовій роботі вносять гормони надниркової залози.

Важливо підкреслити, що всі позам'язові структурно-функціональні фактори лімітують не тільки аеробну працездатність, але і дуже впливають на прояв анаеробної працездатності. Це пояснюється тим, що під час тренування анаеробні навантаження багаторазово повторюються. Для повторного виконання алактатного навантаження м'язи повинні відновити запаси креатинфосфату, а для відновлення лактатної працездатності м'язи повинні звільнитися від надлишку молочної кислоти. Заповнення креатинфосфату і усунення лактату здійснюється з обов'язковою участю тканинного подиху, яке використовує для цього більші кількості кисню. Тому після завершення силових і швидкісних навантажень завжди спостерігається підвищене споживання кисню – кисневий борг. Печінка при виконанні анаеробних навантажень бере участь у знешкодженні аміаку, який утворюється в надлишкових кількостях при виконанні силових рухів, що викликають інтенсивний розпад м'язових білків. Крім того, у печінці ще відбувається перетворення молочної кислоти в глюкозу, що також сприяє підтримці лактатної працездатності.

Необхідно відзначити, що всі компоненти працездатності (*алактатний, лактатний і аеробний*) поряд з енергетичними і структурними факторами значною мірою залежать від технічної,

тактичної і психологічної підготовки. Гарна технічна підготовка, правильно вибрана тактика дозволяють спортсмену ощадливо і раціонально використовувати енергетичні резерви і отже довше зберігати працездатність. За рахунок високої мотивації, великої сили волі спортсмен може продовжувати виконання роботи навіть в умовах настання в організмі значних біохімічних і функціональних зрушень.

Специфічність спортивної працездатності.

Спортивна працездатність характеризується специфічністю, що проявляється в найбільшій мірі при виконанні навантажень, характерних для виду спорту, яким займається конкретний спортсмен.

Специфічність працездатності значною мірою обумовлена тим, що фактори, що лімітують якості рухової діяльності (*техніка виконання вправ, тактика ведення спортивної боротьби, психологічна підготовка*), є, у свою чергу, суцільно специфічними для кожної спортивної дисципліни. Специфічність працездатності пов'язана ще з тим, що при виконанні вправ, використовуваних у даному виді спорту, удосконалюється техніка рухів, підвищується їхня ефективність.

Вища специфічність характерна для анаеробних компонентів працездатності, зв'язаних переважно із внутрішньом'язовими факторами потенцій (*кількість міофібрил, кількість м'язового креатинфосфату і глікогену, активність внутрішньоклітинних ферментів*). Розвиток цих факторів в окремих м'язах у спортсменів різних видів спорту неоднаковий, тому що при виконанні вправ, властивих конкретному виду спорту, в основному функціонують тільки певні групи м'язів. Тому за рахунок тренувань саме у цих м'язових груп підвищується працездатність.

Аеробна працездатність менш специфічна. Ця особливість аеробного компонента обумовлена тим, що поряд із внутрішньом'язовими факторами (*кількість мітохондрій,*

внутрішньом'язові запаси джерел енергії, активність внутрішньом'язових ферментів енергетичного обміну) найважливіше значення для прояву підвищеної аеробної працездатності мають позам'язові фактори, що вимагають гарного функціонування серцево-судинної і дихальної систем, печінки, високої кисневої ємності крові, а також запаси легкодоступних для використання енергетичних субстратів. Тому спортсмен, що має високий рівень аеробної працездатності, може виявити її не тільки в тому виді діяльності, де він пройшов спеціалізовану підготовку, але і в інших видах м'язової роботи. Наприклад, кваліфікований лижник може показати гарні результати в бігу на довгі дистанції і т.д.

Вікові особливості працездатності.

Відомо, що фізична працездатність залежить від віку. Згідно зі зростанням і збільшенням маси тіла працездатність зростає, але розвиток окремих компонентів працездатності відбувається неоднаково.

Анаеробні процеси утворення АТФ у дітей розвинені недостатньо, вміст креатинфосфату в їхніх м'язах значно нижчий, ніж у дорослого, що суттєво обмежує *алактатну працездатність* дитини. З віком, зі збільшенням м'язової маси можливості цього шляху ресинтезу АТФ збільшуються. Особливо швидко розвиваються можливості креатинфосфатного шляху ресинтезу АТФ в 15-17 років і досягають найбільшого розвитку до 19-20 років. Зберігається висока алактатна працездатність звичайно до 30-літнього віку, після чого спостерігається її зниження.

Лактатна працездатність у дітей і підлітків теж перебуває на більш низькому рівні, ніж у дорослої людини, що обумовлено меншими запасами глікогену у м'язах і високою чутливістю організму дітей і підлітків до підвищення кислотності внаслідок накопичення лактату.

Величина кисневого боргу і концентрації молочної кислоти у крові дітей і підлітків після виконання максимальних навантажень на рівні індивідуального рекорду набагато менше, чим у людей у зрілому віці. Так, у 9-річної дитини потужність роботи, при якій спостерігається найбільший розвиток гліколізу, на 60% менше, ніж у людини в зрілому віці, а максимальне накопичення молочної кислоти у крові при цьому в 2 рази менше.

Починаючи з 15-16 років можливості лактатного шляху ресинтезу АТФ збільшуються пропорційно наростанню ваги тіла, і найбільша лактатна працездатність, відзначається у 20-22 роки, а потім швидко знижується.

Аеробна працездатність у дітей невисока, хоча в дитячому організмі тканинний подих протікає у спокої з більш високою швидкістю, ніж у дорослих. Це обумовлено тим, що зростання і розвиток дитячого організму вимагають значних енерговитрат. Тому у зростаючому організмі процес аеробного окиснення протікає більш інтенсивно, ніж у людини в зрілому віці. Причому, чим менше вік, тим вище швидкість тканинного подиху у стані спокою. Про це свідчить поглинання кисню, розраховане на 1 м² поверхні тіла. В 3-річної дитини поглинання кисню на 1 м² поверхні тіла більше, чим у дорослої людини на 95%, в 6-річної – на 66%, в 9-річної – на 36%, в 12-річної – на 25%.

Однак резерви аеробного енергоутворення у дітей і підлітків невеликі. Це пов'язано з тим, що системи організму, відповідальні за енергозабезпечення (дихальна, серцево-судинна, ендокринна і ін.), функціонують майже на рівні своїх фізіологічних можливостей.

З 10-річного віку спостерігається інтенсивний розвиток аеробного шляху ресинтезу АТФ, його можливості збільшуються пропорційно масі тіла. Найбільший розвиток аеробної працездатності відзначається тільки до 20-25 років – до періоду фізіологічної зрілості організму. За

рахунок регулярних тренувань високий рівень аеробної працездатності можна зберегти до 40-45 років.

Біохімічне обґрунтування спортивно-педагогічних методів розвитку компонентів працездатності.

Алактатна працездатність.

Стан алактатної працездатності характеризується насамперед такими руховими якостями, як швидкість і сила.

Швидкість (*швидкісні можливості*) можна визначити як комплекс функціональних властивостей організму, що безпосередньо і переважно визначають час рухової дії. При оцінці прояву швидкості враховується схований час рухової реакції, швидкість одиночного м'язового скорочення, частота м'язових скорочень.

Під **силою** м'язів звичайно розуміється здатність долати зовнішній опір або протидіяти йому за допомогою м'язових напруг.

Основними внутрішньом'язовими факторами, що впливають на швидкісні і силові можливості, є вихідні запаси креатинфосфату (основного джерела енергії) і кількість міофібрил у м'язових клітинах. Тому тренування, які спрямовані на розвиток алактатної працездатності, повинні на біохімічному рівні викликати ріст концентрації креатинфосфату і збільшення кількості скорочувальних елементів.

Збільшити запаси креатинфосфату можливо за рахунок використання фізичних вправ, що призводять до швидкого вичерпання у м'язах креатинфосфату.

З цією метою використовуються короточасні (не більше 10 с) вправи, що виконуються із граничною потужністю (наприклад: біг на 50-60 м, стрибки, запливи на 10-15 м, вправи на тренажерах, підйом штанги і т.п.).

Гарний ефект дає застосування інтервального методу тренування, який полягає із серій таких вправ. Спортсмену пропонується серія з 4-5 вправ максимальної потужності тривалістю 8-10 с. Відпочинок між вправами в кожній серії дорівнює 20-30 с. Тривалість відпочинку між серіями становить 5-6 хв.

При виконанні кожної вправи у м'язах відбувається зниження запасів креатинфосфату. Під час відпочинку між вправами (20-30 с) у м'язах включається гліколітичний шлях ресинтезу АТФ. Але оскільки у цей проміжок часу м'язи не функціонують, то молекули АТФ, що утворюються, використовуються для часткового відновлення запасів креатинфосфату. Досить тривалий час відпочинку між серіями дозволяє майже повністю заповнити вміст креатинфосфату. Однак суперкомпенсація не розвивається, тому що відпочинок змінюється новою серією вправ.

У результаті цього у м'язах поступово відбувається вичерпання запасів креатинфосфату. Як тільки буде досягнута критична величина зниження концентрації креатинфосфату в працюючих м'язах, відразу ж зменшується потужність виконуваних навантажень. Звичайно такий стан досягається після 8-10 серій вправ.

Під час відпочинку після тренування спостерігається виражена суперкомпенсація креатинфосфату. Багаторазове застосування таких тренувань повинне привести до підвищення у м'язах запасів креатинфосфату і позитивно позначитися на розвитку швидкісно-силових якостей спортсмена.

Фізичні навантаження, застосовувані для розвитку м'язової гіпертрофії міофібрилярного типу, на біохімічному рівні повинні приводити до ушкодження міофібрил та їх наступної суперкомпенсації. Із цією метою використовуються різні вправи з обтяженням.

Для розвитку сили часто використовується метод повторних вправ з напругою 80-90% від максимальної сили. Найефективніше

обтяження - 85% від максимальної сили. У цьому випадку число повторень до відмови звичайно 7-8 (*якщо спортсмен може виконати до відмови більшу або меншу кількість повторень, то слід відповідно збільшити або зменшити навантаження*). Кожна вправа (на певні м'язи) виконується серіями, кількість яких коливається від 5 до 10, а інтервал відпочинку між ними кілька хвилин. Швидкість виконання вправ визначається метою тренування. Для переважного збільшення м'язової маси (у першу чергу, сили!) вправи виконуються в повільному або помірному темпі. Для одночасного розвитку сили і швидкості вправи проводять у вибухово-плавному режимі: початкова фаза руху виконується з великою швидкістю, а завершується вона як можна плавніше.

Час відновлення після швидко-силового тренування становить 2-3 дні. Змінюючи м'язові групи, на які спрямовані навантаження, тренувальні заняття можна проводити через менші інтервали відпочинку.

При виконанні силових навантажень прискорюється розпад білків, головним чином м'язових. Особливо швидко розщеплюються білки при виконанні вправ з максимальною силою. Для заповнення зруйнованих при роботі білків необхідний вступ під час відновлення підвищеної кількості амінокислот. Це робить необхідним використання раціону з підвищеним вмістом білків, що становлять 150-200 г у добу.

Лактатна працездатність.

Спортивно-педагогічними критеріями лактатного компонента працездатності є величини швидкісних і силових навантажень, виконуваних із субмаксимальною потужністю (їх тривалість не більше 5 хв.). Можливість виконання таких навантажень обумовлена внутрішньом'язовими запасами глікогену і резистентністю організму до молочної кислоти, що утворюється із глікогену.

Тому для розвитку лактатного компонента застосовуються тренування, що відповідають наступним вимогам.

По-перше, тренування повинно приводити до різкого зниження вмісту глікогену у м'язах з наступною його суперкомпенсацією.

По-друге, під час тренування у м'язах і у крові повинна накопичуватися молочна кислота для наступного розвитку до неї резистентності організму.

Для цієї мети можуть бути використані методи повторної і інтервальної роботи. Застосовувані вправи повинні викликати підвищення швидкості гліколітичного шляху ресинтезу АТФ і приводити до посиленого утворення і нагромадження лактату у працюючих м'язах і його виходу в кров'яне русло. Таким умовам відповідає виконання граничних навантажень тривалістю кілька хвилин. У випадку інтервального тренування можна використовувати серії з 4-5 таких вправ. Відпочинок між вправами усередині серії кілька хвилин. Гарний ефект дає поступове зменшення часу відпочинку - наприклад, від 3 до 1 хв. Кожна така вправа викликає розпад внутрішньом'язового глікогену і утворення молочної кислоти. Короткі проміжки відпочинку між вправами (1-3 хв.) недостатні для усунення лактату. Відпочинок між серіями вправ, що становить 20-30 хв., також недостатній для повного усунення лактату, і тому вправи в кожній наступній серії виконуються на фоні підвищеної концентрації у м'язах і у крові молочної кислоти, що сприяє формуванню резистентності організму до підвищеної кислотності.

Проміжки відпочинку як між окремими вправами, так і між серіями вправ явно недостатні для відновлення запасів глікогену, і внаслідок цього в ході тренування у м'язах відбувається поступове зменшення вмісту глікогену до дуже низьких величин, що є обов'язковою умовою розвитку вираженої його суперкомпенсації.

Аеробна працездатність.

Багатофакторність аеробного компонента працездатності вимагає застосування комплексу різноманітних тренувальних засобів, оскільки кожне конкретне заняття, викликаючи досить різнобічний вплив на організм, все-таки переважно вдосконалює одну будь-яку сторону функціональних можливостей. В остаточному підсумку тренування, які спрямовані на розвиток аеробної витривалості, повинні забезпечити підвищення працездатності кардіореспіраторної системи, сприяти збільшенню кількості еритроцитів у крові, вмісту в них гемоглобіну, зростання концентрації міоглобіну у м'язових клітинах, кращому забезпеченню працюючих органів енергетичними субстратами.

Із цією метою застосовуються різні варіанти повторного і інтервального тренування, а також безперервна тривала робота рівномірної або змінної потужності.

Як приклад побудови тренувальних занять, спрямованих на розвиток аеробної працездатності, можна привести так звану **циркуляторне** інтервальне тренування (*«інтервальне тренування за Фрайбургським правилом»*). Цей метод полягає в чергуванні короткочасних вправ (тривалістю від 30 до 90 с) невеликої інтенсивності з інтервалами відпочинку такої ж тривалості. Така робота стимулює аеробне енергозабезпечення м'язової діяльності і призводить до поліпшення показників кардіореспіраторної системи.

Для підвищення вмісту в м'язах міоглобіну може бути використана **міоглобінове** інтервальне тренування. Спортсменам пропонуються дуже короткі (не більше 5-10 с) навантаження середньої інтенсивності, що чергуються з такими ж короткими проміжками відпочинку. Виконувані короткочасні навантаження в основному забезпечуються киснем, який депонований у м'язових клітинах у формі комплексу з міоглобіном (MbO_2). Короткий відпочинок між вправами достатній для заповнення запасів кисню.

Для збільшення кисневої ємності крові, а також для підвищення концентрації міоглобіну гарний ефект дають тренування в умовах середньогір'я.

Особливістю розвитку аеробної працездатності є можливість використання неспецифічних вправ, у першу чергу рухливих ігор, що дозволяє зробити тренувальний процес різноманітним і цікавим.

БІОХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ОРГАНІЗМУ СПОРТСМЕНІВ ПРИ ЗАНЯТТЯХ РІЗНИМИ ВИДАМИ СПОРТУ.

При адаптації організму до фізичних навантажень у різних видах спорту в організмі змінюється обмін речовин. Це веде до появи у різних тканинах і біологічних рідинах окремих метаболітів (продуктів обміну речовин), що відображають функціональні зміни і можуть слугувати біохімічними тестами або показниками їхньої характеристики. Тому у практиці спорту разом з медичним, педагогічним, психологічним і фізіологічним контролем використовується біохімічний контроль функціонального стану організму людини.

Найбільш важливими завданнями, які вирішуються при обстеженні спортсменів і осіб, що займаються різними видами спорту з використанням біохімічних методів є:

1. Відбір і допуск до тренувань і змагань;
2. Оцінка реакції організму на тренувальні і змагальні навантаження;
3. Визначення стану тренуваності (фізичної працездатності);
4. Виявлення ознак нестерпності підвищених фізичних навантажень, перетренування;
5. Оцінка ступеня і швидкості відновлення;

6. Виявлення порушень обміну, що сприяють захворюванням, по обґрунтуванню спрямованості занять фізичною культурою для їхньої профілактики.

Зважаються і окремі завдання: визначення адекватності харчування характеру діяльності, оцінка впливу кліматичних факторів, ефективності застосування фармакологічних засобів відновлення чи підвищення працездатності, ролі енергетичних метаболічних систем у м'язовій діяльності та інші. У зв'язку з цим у практиці спорту широко використовується біохімічний контроль на різних етапах підготовки спортсменів.

Найбільш важливими об'єктами біохімічних досліджень у спорті є проби крові (плазми крові) і сечі.

Кров використовується як один з найважливіших об'єктів біохімічних досліджень людини, оскільки у ній віддзеркалюються всі метаболічні зміни, що відбуваються у тканинах організму. За змінами складу крові або рідкої її частини – плазми – можна судити про гомеостатичний стан внутрішнього середовища організму та його зміни під час спортивної діяльності (табл. 8).

Сеча як рідина, що містить воду та різні органічні і неорганічні речовини організму, деякою мірою відображає роботу нирок – основного видільного органу організму, а також динаміку обмінних процесів у різних органах і тканинах і, зокрема у плазмі крові (табл.9). Тому за змінами кількісного і якісного її складу можна судити про стан окремих компонентів обміну речовин, надлишкове їх надходження, порушення гомеостатичних реакцій в організмі, у тому числі пов'язаних із м'язовою діяльністю. Із сечею з організму виводяться різні хімічні речовини: надлишок води та електролітів, проміжні і кінцеві продукти обміну речовин, гормони, вітаміни, чужорідні речовини.

Важливим показником азотного балансу в організмі, який характеризує обмін тканинних білків та засвоєння білків їжі, є величина

виділеного загального азоту з сечею, яка в нормі становить близько 16 г.

У практиці спорту часто досліджується вміст креатину та креатиніну в сечі. Їх добове виділення залежить від маси тіла і тому може характеризувати спортивну гіпертрофію м'язів під час окремих видів тренувань, а також швидкість метаболізму креатину в м'язах, у клінічній практиці – зміни функції нирок. У сечі досліджують вміст вітамінів, що розчиняються у воді, для того, щоб оцінити вітамінну забезпеченість організму. Так за нормальної забезпеченості організму людини вітаміном С, він виділяється з сечею у межах 20- 30 мг або 113,5 - 170,3 мкмоль на добу.

Таблиця 8

Основні хімічні компоненти цільної крові і плазми здорової дорослої людини

Компонент крові	Цільна кров	Плазма
Вода, %	75 - 85	90 - 91
Сухий залишок (білок крові), %	15 - 25	9 - 10
Загальний білок, г·л ⁻¹	-	65 - 80
Гемоглобін, г·л ⁻¹	120 - 140 (жін.) 140 - 160 (чол.)	-
Гематокрит, мл·100 мл ⁻¹	37 - 47 (жін.) 40 - 54 (чол.)	-
Глобуліни, г·л ⁻¹	-	20 - 30
Альбуміни, г·л ⁻¹	-	40 - 50
Сечовина, ммоль·л ⁻¹	3,30 - 6,60	3,30 - 6,60
Сечова кислота, ммоль·л ⁻¹	0,18 - 0,24	0,24 - 0,29
Креатин, ммоль·л ⁻¹	0,23 - 0,38	0,08 - 0,11
Креатинін, ммоль·л ⁻¹	0,06 - 0,067	0,06 - 0,067
Глюкоза, ммоль·л ⁻¹	3,30 - 5,50	3,60 - 5,50
Молочна кислота, ммоль·л ⁻¹	-	1,00 - 2,50
Піровиноградна кислота, ммоль·л ⁻¹	-	0,07 - 0,14
Нейтральні жири, ммоль·л ⁻¹	1,00 - 2,60	1,20 - 2,80
Вільні жирні кислоти, ммоль·л ⁻¹	-	0,10 - 0,40
Холестерин загальний, ммоль·л ⁻¹	3,90 - 5,20	3,90 - 6,50
Кетонові тіла, ммоль·л ⁻¹	-	8 - 30
Ацетооцтова кислота, ммоль·л ⁻¹	-	0,05 - 0,19
Ацетон, ммоль·л ⁻¹	0,20	0,20 - 0,30

Лимонна кислота, ммоль·л ⁻¹	-	0,10 - 0,15
Аскорбінова кислота, ммоль·л ⁻¹	-	0,05 - 0,10
Білірубін загальний, ммоль·л ⁻¹	-	4 - 26
pH	7,35 – 7,45	-

Таблиця 9.

Хімічний склад сечі здорової дорослої людини

Компонент сечі	Вміст у нормі	
	г·доба ⁻¹	ммоль·доба ⁻¹
Органічні речовини:	22 - 46	-
сечовина	20 - 35	333 - 583
амінокислоти	До 1,1	8,8
креатинін	1,0 - 2,0	8,8 - 17,7
сечова кислота	0,2 - 1,2	1,2 - 7,1
глюкоза	0	0
білок	0	0
Неорганічні речовини:	15 - 25	-
хлорид	3,6 - 9,0	100 - 250
фосфат неорганічний	0,9 - 1,3	29 - 45
фосфати	2,0 - 6,7	-
натрій	3,0 - 6,0	130 - 260
калій	1,5 - 3,2	38 - 82
кальцій (загальний)	0,1 - 0,25	2,5 - 6,2
магній	0,1 - 0,2	4,2 - 8,4
бікарбонати	-	0,5 ммоль·л ⁻¹ (при pH 5,6)
азот аміаку	0,5 - 1,0	36 - 71
pH	4,6 - 8,0	-

Важливе діагностичне значення мають фізико-хімічні властивості сечі: її добовий обсяг, колір (у нормі солом'яно-жовтий), запах специфічних летких речовин, прозорість та густина (в нормі коливається від 1,014 до 1,025). Вони змінюються під час фізичних навантажень, при специфіці харчування, різних патологіях нирок, печінки тощо. Протягом доби виділяється в середньому близько 1 – 1,5 л сечі, яка у нормі має слабо кислу реакцію (pH=5-6), не містить глюкози, білка та елементів крові. Виділення сечі за певний проміжок

часу називають діурезом. Припинення виділення сечі при порушенні сечовидільної функції нирок називають анурією, а зменшення обсягу її виділення до 0,5 л – олігурією.

Використовують також проби 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 й обміну, що відбулися у м'язі чи іншому органі, такі дослідження проводять рідко через складність забору проб.

Повітря, що видихається – один з основних об'єктів дослідження процесів енергетичного обміну в організмі, визначення величини енерговитрат, а також використання окремих енергетичних джерел в енергозабезпеченні м'язової діяльності. Для цього визначають кількість O_2 , що споживається, та CO_2 , що видихається протягом певного відрізка часу. Так за співвідношенням об'ємів цих газів можна визначити дихальний коефіцієнт ($ДК = V(CO_2) / V(O_2)$), який іще називають респіраторним відношенням (RR). Величина ДК змінюється у межах 1- 0,7 і вказує на внесок вуглеводів, жирів та білків в енергетику роботи. Якщо величина ДК = 1, то окиснюються лише вуглеводи, якщо близько 0,7 – жири, якщо 0,8 – білки, а при рівноцінному обміні вуглеводів, жирів та білків це співвідношення становить 0,82 – 0,85.

Проби слини і поту, як об'єкт дослідження, не одержали широкого поширення.

Слина звичайно використовується паралельно з іншими біохімічними об'єктами. У слині визначають електроліти (Na^+ і K^+), активність ферментів (амілази), величину рН, вміст різних метаболітів.

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

1. Вміст джерел енергії (живильних речовин): глюкози, тригліцеридів, жирних кислот, вільних амінокислот.

2. Показники вуглеводного обміну (глюкоза, молочна кислота).

Глюкоза у крові підтримується на відносно постійному рівні спеціальними регуляторними механізмами в межах $3,3 - 5,5 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$.

Зміна її вмісту в крові під час м'язової діяльності індивідуальна і залежить від рівня тренуваності організму, потужності та тривалості фізичних вправ. Короточасні фізичні навантаження максимальної і субмаксимальної інтенсивності можуть підвищити вміст глюкози в крові за рахунок посиленого розщеплення глікогену печінки під впливом адреналіну. Тривалі фізичні навантаження ведуть до зниження вмісту глюкози в крові. У нетренованих людей це зниження більш виражене, ніж у тренуваних. Знижений її вміст свідчить про вичерпання запасів глікогену печінки або інтенсивне використання глюкози тканинами організму.

За зміною вмісту глюкози в крові судять про швидкість аеробного окиснення її у тканинах організму під час м'язової діяльності та інтенсивність мобілізації глікогену печінки. У спортивній діагностиці цей показник обміну вуглеводів рідко використовується самостійно, тому що рівень глюкози в крові залежить також від емоційного стану людини, гуморальних механізмів регуляції, харчування та інших факторів.

Стійке підвищення рівня глюкози в крові вранці натщесерце свідчить про порушення обміну вуглеводів через зміну у гормональній системі регуляції та розвиток захворювань (цукровий діабет тощо).

Сеча здорової людини не містить глюкози. Вона може з'явитися за інтенсивної м'язової діяльності, емоційного напруження перед стартом та надлишкового надходження вуглеводів з їжею (аліментарна глюкозурия) у

результаті підвищення її рівня у крові (стан гіперглікемії). Поява глюкози у сечі під час фізичних навантажень свідчить про інтенсивну мобілізацію глікогену печінки. Постійна наявність глюкози в сечі є діагностичним тестом захворювання на цукровий діабет.

Молочна кислота (лактат) – є продуктом гліколітичного механізму ресинтезу АТФ у скелетних м'язах, який активується за умов виконання інтенсивних фізичних вправ та гіпоксичному стані організму. Вміст молочної кислоти в крові у нормі в стані відносного спокою становить $1 - 1,5 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$, а під час виконання інтенсивної фізичної роботи значно зростає. Після роботи молочна кислота виходить в кров поступово, досягаючи максимуму на 3 - 7-й хвилині після її закінчення. Тому саме в цей час її визначають. Накопичення молочної кислоти в крові співпадає з посиленням утворення її у м'язах і може досягати у спортсменів $30 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ за умови виснаження. Кількість молочної кислоти більша у венозній крові, ніж в артеріальній. Після виконання інтенсивної роботи вміст її у крові може зростати у нетренованої людини до $5 - 6 (13) \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$, у тренуваної – до $20 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ і вище.

Під час контролю ефективності тренувального процесу доцільно визначати рівень молочної кислоти у крові після виконання стандартних фізичних навантажень на різних етапах цього процесу. Зниження вмісту молочної кислоти у крові від одного етапу тренувань до іншого свідчить про підвищення рівня тренуваності, а підвищення – про його неефективність.

Якщо виявляються великі концентрації молочної кислоти в крові після виконання граничної роботи субмаксимальної потужності, то це свідчить про високий рівень тренуваності або збільшення метаболічної ємності гліколізу та більшу стійкість гліколітичних ферментів до закиснення середовища.

Таким чином, зміна концентрації молочної кислоти в крові після виконання фізичних вправ залежить від стану тренуваності людини.

Тому за змінами її вмісту в крові визначають ступінь тренуваності організму, його анаеробні гліколітичні спроможності, що важливо під час відбору спортсменів, а також максимальну потужність аеробного механізму енергоутворення та перебіг процесів відновлення організму після фізичної роботи.

3. Показники ліпідного обміну (ВЖК, кетонові тіла, холестерин).

Вільні жирні кислоти (ВЖК) утворюються під час розпаду у тканинах нейтральних жирів, структурними компонентами яких вони є. Тому рівень вільних жирних кислот у крові відображає швидкість ліполізу триглицеридів у печінці і жирових депо. В нормі їх вміст у крові становить $0,1 - 0,4 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ і збільшується під час тривалих фізичних навантажень.

За змінами вмісту ВЖК у крові контролюють ступінь підключення ліпідів до процесів енергозабезпечення м'язової діяльності, а також економічність енергетичних систем чи ступінь взаємозв'язку між ліпідним і вуглеводним обміном. Високий ступінь сполучення цих механізмів енергозабезпечення під час аеробних навантажень є показником високого рівня функціональної підготовки спортсмена.

Кетонові тіла (ацетооцтова кислота, бета - гідроксимаєляна кислота, ацетон) утворюються у печінці з ацетил - КоА за посиленого окиснення жирних кислот у тканинах організму. Кетонові тіла з печінки надходять у кров і доставляються до тканин, де більша частина їх використовується як енергетичний субстрат, а менша виводиться з сечею. Вміст кетонів у крові у нормі відносно невеликий – $8 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$. Під час тривалих фізичних вправ рівень кетонів у крові збільшується до $20 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ (кетонемія). Вони можуть з'явитися у сечі, тоді як у нормі у сечі кетонові тіла майже не виявляються простими методами (20 – 40 мг за добу).

Поява кетонів у сечі (кетонурія) у здорових людей спостерігається під час голодування, виключення вуглеводів з раціону

харчування, виконання тривалих фізичних навантажень помірної потужності. Цей показник має також діагностичне значення для виявлення захворювань на цукровий діабет та тиреотоксикоз.

За збільшенням вмісту кетонових тіл у крові та появи їх у сечі під час м'язової діяльності визначають перехід енергоутворення з вуглеводних джерел на ліпідні. Більш раннє підключення ліпідних джерел свідчить про більшу економічність аеробних механізмів енергозабезпечення м'язової діяльності, а отже підвищення рівня тренуваності організму.

Холестерин. Це представник стероїдних ліпідів, що не бере участі у процесах енергоутворення в організмі. Вміст холестерину у плазмі крові у нормі становить $3,9 - 6,5 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ і залежить від статі, віку, дієти, рухової активності. Постійне збільшення рівня холестерину і його окремих ліпопротеїдних комплексів у плазмі крові слугує діагностичним тестом розвитку важкого захворювання – атеросклерозу, що супроводжується пошкодженням стінок кровоносних судин. Тому для раннього діагностування таких порушень необхідно один раз на рік проводити контроль обміну холестерину.

Фосфоліпіди. Вміст фосфоліпідів у крові у нормі становить $1,5 - 3,6 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$.

Підвищення їхнього рівня спостерігається при діабеті, захворюваннях нирок, гіпофункції щитовидної залози та інших порушень обміну, а зниження – при жировій дистрофії печінки, тобто коли пошкоджуються структури печінки, в яких вони синтезуються. Під час занять спортом можливі порушення функції печінки, тому цей показник теж потрібно контролювати.

Продукти пероксидного окиснення ліпідів. Активація процесів пероксидного окиснення ліпідів у скелетних м'язах та інших тканинах спостерігається не тільки під час інтенсивних фізичних навантажень, але й при різних захворюваннях. Ці продукти метаболізму у тканинах

викликають стомлення, пошкоджують мембрани тканин тощо. Тому під час біохімічних обстежень для оцінки підготовленості спортсменів або інтенсивності деструктивних процесів у тканинах визначається вміст цих продуктів у крові та активність ферментів антиоксидантного захисту, які знешкоджують їх або протидіють утворенню.

Проміжні продукти обміну: органічні кислоти (найбільш часто молочна кислота, піровиноградна), кетонові тіла та ін.

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

Стан окисних процесів оцінюють визначаючи парціальний тиск O_2 , насичення крові киснем, її кисневу ємність. Визначають також кількість 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.

Гемоглобін є основним білком еритроцитів крові, що виконує кисневотранспортну функцію. Концентрація його в крові залежить від статі і становить у середньому $120 - 140 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$ – у жінок і $140 - 160 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$ – у чоловіків, а також від ступеня тренуваності, зокрема фізичної витривалості. З ростом рівня тренуваності спортсменів у видах, спрямованих на витривалість, концентрація гемоглобіну в крові в жінок зростає в середньому до $130 - 150 \text{ г} \cdot \text{л}$, у чоловіків – до $160 - 180 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$. Збільшення вмісту гемоглобіну в крові деякою мірою відображає адаптацію організму до фізичних навантажень на витривалість та умов гіпоксії.

У разі інтенсивних тренувань, а також за нераціонального харчування відбувається руйнування еритроцитів крові і зниження концентрації гемоглобіну до $90 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$ і нижче, що розглядається як залізодефіцитна «спортивна анемія». У такому випадку варто змінити програму тренувань, а у раціоні харчування збільшити вміст білків, заліза і вітамінів групи В, або використати феровмісні препарати.

Стан білкового обміну оцінюють, визначенням вмісту загального білка і білкових фракцій плазми крові, концентрації в крові і виділення із сечею кінцевих продуктів білкового обміну (сечовина, аміак, креатинін, креатин, сечова кислота).

Альбуміни і глобуліни – основні білки плазми крові. Альбуміни становлять 50 - 60 % усіх білків сироватки крові (вміст у сироватці в нормі близько 30 - 50 г·л⁻¹), глобуліни – 35 – 40 % (4 - 12 г·л⁻¹). Вони виконують різноманітні функції в організмі: у складі імунної системи (особливо глобуліни) захищають організм від інфекцій, беруть участь у підтриманні рН крові, транспортують різні органічні і неорганічні речовини, використовуються для побудови інших речовин. Підвищення їх вмісту спостерігається у разі зневоднення організму. Кількісне співвідношення їх у плазмі крові у нормі відносно постійне і відображає стан здоров'я людини. Співвідношення цих білків змінюється у разі стомлення, при багатьох захворюваннях і може використовуватися у спортивній медицині як діагностичний показник стану здоров'я.

Сечовина. Рівень сечовини в крові характеризує інтенсивність розпаду тканинних білків та дезамінування амінокислот, у результаті чого утворюється токсичний аміак (NH₃), який у печінці перетворюється на нетоксичну сечовину. З печінки сечовина надходить у кров і виводиться із сечею.

Концентрація сечовини в крові у нормі індивідуальна – у межах 3,5 – 6,5 ммоль·л⁻¹. Вона може збільшуватися у разі значного надходження білків з їжею до 7 – 8 ммоль·л⁻¹, за умов порушення видільної функції нирок – до 16 - 20 ммоль·л⁻¹, а також після виконання тривалої фізичної роботи за рахунок посилення катаболізму білків – до 9 ммоль·л⁻¹ і більше.

У практиці спорту цей показник широко використовується для оцінки перенесення спортсменом тренувальних і змагальних фізичних навантажень, перебігу тренувальних занять, але найчастіше для

контролю процесів відновлення організму після фізичних тренувань. Для одержання об'єктивної інформації концентрацію сечовини визначають наступного дня після тренування ранком натщесерце, тобто через 12 годин після роботи. Якщо виконане фізичне навантаження адекватне функціональним можливостям організму і відбулося відносно швидке відновлення метаболізму, то вміст сечовини у крові вранці буде у нормі. Якщо вміст сечовини вранці залишається вище норми, то це свідчить про недовідновлення організму або його стомлення.

Наявність білка у сечі. У здорової людини білок у сечі не міститься. Поява його (протеїнурія) можлива при захворюванні нирок (нефрозі), пошкодженні сечових шляхів, а також при надлишковому надходженні білків з їжею чи після м'язової діяльності анаеробної спрямованості. Це пов'язано з порушенням проникності клітинних мембран нирок через закиснення середовища організму і виходу білків плазми в сечу. При цьому може спостерігатися помутніння сечі під час відстоювання. За величиною концентрації білка в сечі після виконання фізичної роботи можна визначити її потужність. Так, після виконаної роботи в зоні великої потужності концентрація білка становить 0,5 %, а у зоні субмаксимальної потужності може досягати 1,5 %.

Креатинін у сечі. Ця речовина утворюється у м'язах у процесі розпаду креатинфосфату. Добове виділення його із сечею відносно постійне для кожної людини і залежить від м'язової маси тіла. У чоловіків воно становить 18 - 32 мг·кг⁻¹ на добу, у жінок – 10-25 мг·кг⁻¹. За вмістом креатиніну у сечі можна побічно оцінити швидкість креатинфосфокіназної реакції, а також м'язову масу тіла.

Креатин. У нормі у сечі дорослих людей відсутній. Виявляється він у разі перетренування і патологічних змін у м'язах, тому наявність креатину у сечі може використовуватися як тест для виявлення реакції організму на фізичні навантаження.

Для оцінки функції ендокринної системи і досконалості регуляції обміну визначають гормони і їхні метаболіти, біологічно активні речовини (гістамін, серотонін).

Визначення активності ряду ферментів, зокрема, креатинфосфокінази, лактатдегідрогенази, амінотрансфераз (аланінова чи аспарагінова) і ін., у крові.

Стан мінерального і водного обміну оцінюють визначаючи мінеральні речовини.

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

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

Останнім часом у практиці спорту, особливо при самоконтролі функціонального стану організму, широко використовуються експрес-методи визначення багатьох (близько 10) різних біохімічних показників у плазмі крові та сечі за допомогою спеціальних діагностичних смужок. Основані вони на здатності певної речовини (глюкози, білка, вітаміну С, кетонів тіл, сечовини, гемоглобіну, нітратів і ін.) реагувати з нанесеними на індикаторну смужку реактивами і змінювати її колір. Звичайно наноситься крапля досліджуваної крові чи сечі на індикаторну смужку «Глюкотесту», «Пентафану», «Меді-тесту» чи інших діагностичних тестів і за 1хв її колір порівнюється з індикаторною шкалою даного тесту чи вимірюється глюкометром, лактометром чи рН - метром.

У практиці спорту широко використовується під час біохімічного обстеження лабораторна система LP - 400, за допомогою якої можна швидко та точно визначити в крові до 60 різних біохімічних показників.

Одні й ті самі біохімічні методи та показники можуть використовуватися для вирішення різних завдань. Так, визначення вмісту лактату в крові використовується для оцінки рівня тренуваності, спрямованості й ефективності застосованої вправи, а також під час відбору людей для занять окремими видами спорту, оцінки впливу засобів фізичної реабілітації чи оздоровчої фізичної культури.

Організація і проведення біохімічного обстеження включає час і місце, вибір досліджуваних біохімічних показників, вони мають бути надійними - повторюватися під час багаторазового контрольного обстеження та інформативними – відображати сутність досліджуваного процесу. У кожному конкретному випадку визначаються різні біохімічні показники обміну речовин. Більшість біохімічних показників у тренуваних і нетренуваних людей у стані спокою мало різняться, тому для виявлення тренуваності обстеження слід проводити перед та після виконання стандартних чи граничних фізичних вправ, які добираються залежно від поставленої мети дослідження.

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 фізичних навантажень їх можна розділити на дві групи:

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

Стандартні навантаження обмежені певними умовами (тривалістю, потужністю тощо). Найчастіше використовують велоергометричні тести ступінчастозростаючої потужності, сходження по східцях певної висоти (Гарвардський степ-тест), біг на тредбані (тредмілі) зі швидкістю $10 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$ впродовж 12хв та ін. За допомогою

таких тестів виявляють індивідуальну працездатність спортсменів чи осіб, які займаються фізичною культурою, в різних умовах. За допомогою таких тестів виявляють тільки загальну працездатність, але не спеціальну.

Для характеристики спеціальної працездатності найбільш адекватними є максимальні навантаження, специфічні для кожного виду спорту. А саме, 10-, 20-, 40-секундні велоергометричні прискорення, тест Маргірія, стрибкові тести, максимальні тести аеробної спрямованості. Їх використовують для оцінки максимальної анаеробної та аеробної потужності, ємності енергетичних процесів та функціональних систем, їх економічності, ефективності, індексу стомлення тощо.

Нині під час етапних обстежень спортсменів, представників циклічних та ігрових видів спорту, дуже поширено використання комплексу тестових навантажень.

1. Навантаження стандартне помірної потужності (швидкість бігу – 10 км год^{-1} , тривалість навантаження – 12 хв). Використовується для визначення витривалості під час роботи аеробної спрямованості.

2. Навантаження ступінчастозростаючої потужності (швидкість бігу – $10 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$ із збільшенням кута нахилу бігової доріжки тредмілу на 2 % кожні 2 хв). Тривалість навантаження – до відмови від роботи. Використовується для визначення аеробної потужності, економічності, працездатності спортсмена.

3. Навантаження критичної потужності (на рівні $\text{VO}_2 \text{ max}$, швидкість бігу – 10 км год^{-1}). Тривалість навантаження – до відмови від роботи. Використовується для визначення рівня спеціальної працездатності спортсмена.

4. Максимальне навантаження (тривалість 1 – 1,5 хв, швидкість бігу – 13 км год^{-1} , кут нахилу бігової доріжки тредмілу – 25 %). Використовується для визначення максимальної лактатної потужності.

В процесі вибору тестуючих навантажень слід урахувати, що реакція спортсмена може залежати від чинників, безпосередньо не зумовлених рівнем тренованості, таких, як вид м'язової роботи, що використовується під час тестування, спеціалізації спортсмена, температури та вологості повітря, часу доби тощо. Спортсмени, які виконують звичну для них фізичну роботу, можуть досягти більших зрушень в організмі особливо під час тестування анаеробних можливостей. Це означає, що для велосипедистів найбільше підходять велоергометричні тестуючі навантаження, а для бігунів – бігові.

Легкоатлети або спортсмени інших видів спорту теж можуть використовувати велоергометричні тести, які мають суттєву перевагу – під час їх використання точніше можна враховувати обсяг роботи, що виконується, але велосипедисти у таких тестах будуть мати суттєву перевагу порівняно з представниками інших видів спорту тієї самої кваліфікації, які спеціалізуються у вправах однієї зони потужності.

Нижча працездатність спортсменів під час тестування спостерігається при гострих захворюваннях та хронічних інфекціях, підвищеній або зниженій температурі та вологості оточуючого середовища, а також у ранішній та вечірній час.

Реакція організму на фізичні навантаження залежить насамперед від ступеня тренованості спортсменів. На стандартні немаксимальні фізичні навантаження тренований спортсмен відповідає меншими метаболічними зрушеннями, ніж нетренований (феномен економізації). Водночас за максимальних фізичних навантажень в організмі спортсменів високої кваліфікації спостерігаються максимальні метаболічні зрушення (феномен максимальної реалізації), які неможливі у людей нетренованих.

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

Для оцінки «повного відновлення», виходячи з принципу гетерохронності відновлювальних процесів звичайно використовують показники білкового обміну, тому що їх нормалізація забирає найбільший час. Найбільше часто визначають концентрацію сечовини в крові.

Біохімічна діагностика перетренування найбільш складна, вибір методу залежить від того, які органи чи системи можуть зазнавати змін (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 у тих чи інших органах.

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

БІОХІМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИКОРИСТАННЯ ФАРМАКОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СПОРТСМЕНІВ РІЗНИХ ВИДІВ СПОРТУ.

Загальна характеристика фармакологічних засобів підвищення працездатності.

В останні десятиліття в спортивній практиці активніше застосовують різні фармакологічні засоби, що використовуються для підвищення загальної і спеціальної працездатності, для прискорення відбудовних процесів.

Необхідність використання лікарських препаратів спортсменами обумовлена тим, що навантаження в сучасному спорті виконуються на межі фізіологічних можливостей організму і призводять до виникнення дуже глибоких біохімічних і функціональних зрушень, що викликає порушення функцій внутрішніх органів, що різко знижує працездатність.

Негативний вплив на організм спортсмена також виявляють емоційні перевантаження і нервово-психічна напруга, властиві змагальній діяльності, які часто призводять до нервових зривів, втрати спортивної форми. У таких умовах не можуть повноцінно протікати відбудовні процеси, що також проявляється значним зниженням спортивної працездатності.

Дуже високі фізичні і емоційні перевантаження, властиві спорту вищих досягнень, впливають на імунну систему організму спортсмена. Дуже небезпечними є надмірні навантаження для зростаючого організму, тому що імунна система дітей і підлітків до них більш чутлива.

Застосовувані в цей час лікарські засоби дозволяють поліпшити біоенергетику м'язової діяльності, попередити або обмежити негативні

зрушення, що виникають в організмі спортсмена під час тренування або змагання, полегшити їх переносимість, прискорити анаболічні процеси, що лежать в основі відновлення, зміцнити імунітет і підвищити рівень адаптації організму до фізичних і психічних навантажень. Однак необхідно чітко представляти, що фармакологічні препарати ніколи не зможуть замінити спортивне тренування. І більше того, їхній позитивний вплив на організм спортсмена в значній мірі обумовлений використанням адекватних педагогічних методів.

Для фармакологічної корекції спортивної працездатності можуть вживатися тільки лікарські засоби, що не відносяться до допінгів. Застосовувані ліки повинні бути нешкідливими і не викликати ніяких побічних ефектів. До фармакологічних засобів корекції працездатності звичайно відносять і біологічно-активні харчові добавки.

Вибір конкретного лікарського препарату, його дозування, тривалість курсу приймання визначає тільки спортивний лікар. Тренер же повинен мати повне розуміння механізму дії застосовуваного фармакологічного засобу, його впливу на біохімічні і фізіологічні процеси, уміти підбирати тип лікарських речовин залежно від етапу тренувального процесу і характеру фізичних навантажень. Тільки спільна діяльність тренера і спортивного лікаря може забезпечити ефективність фармакологічних методів підвищення працездатності.

Оскільки навчальний посібник призначений для майбутніх фахівців в галузі фізичної культури, що не мають права на лікувальну діяльність, то в даному посібнику приводяться тільки загальні відомості про молекулярні механізми дії різних класів лікарських засобів на організм спортсмена і можливості їх застосування в тренувальному процесі.

Біохімічна характеристика окремих класів фармакологічних засобів.

Класифікація лікарських препаратів, що застосовуються у спорті, досить умовна, тому що більшість із них має широкий спектр дії і тому можуть одночасно входити в різні групи. Нижче дається опис груп фармакологічних засобів, які часто застосовуються спортсменами.

Амінокислоти.

Практичне застосування найчастіше знаходять наступні амінокислоти.

Гліцин є найпростішою амінокислотою і використовується в якості будівельного матеріалу для синтезу багатьох небілкових біологічно важливих з'єднань. Гліцин бере участь у синтезі пуринових основ нуклеїнових кислот (*аденін, гуанін*), що призводить до зростання вмісту РНК у клітинах і наступному підвищенню швидкості синтезу білків. Ще один важливий синтез, що протікає з використанням гліцину, це утворення креатину, що далі перетворюється у м'язових клітинах у креатинфосфат. У кровотворних органах гліцин використовується для синтезу гема - складової частини гемоглобіну, що призводить до підвищення вмісту гемоглобіну у крові і збільшення кисневої ємності крові.

Метіонін відноситься до незамінних амінокислот. На відміну від інших амінокислот метіонін містить метильну групу, що легко відщепляється. Це обумовлено тим, що у молекулі метіоніну кінцева метильна група пов'язана з атомом сірки, а не з вуглецем, як у всіх інших амінокислот:

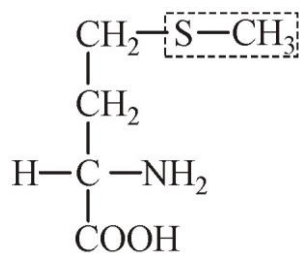


Рис. 4. Метіонін

Зв'язок S-C не такий міцний, ніж зв'язок між вуглецевими атомами (C-C), і тому метильна група легко відділяється від молекули метіоніну і використовується як будівельний матеріал для ряду синтезів. Як приклад реакцій за участю метіоніну можна привести синтези креатину, адреналіну і холіну. Останнє з'єднання входить до складу фосфоліпідів - компонентів біологічних мембран.

Аспарагінова кислота бере участь у синтезі піримідинових основ нуклеїнових кислот (*тимін, урацил, цитозин*). Тому додаткове введення в організм цієї амінокислоти, так само як і гліцину, опосередковано викликає збільшення швидкості синтезу білків. Аспарагінова кислота також бере участь у синтезі сечовини в печінці. При виконанні м'язової роботи прискорюється розпад білків (у першу чергу м'язових), що у підсумку веде до утворення великої кількості аміаку. Додатковий вступ аспарагінової кислоти сприяє підвищенню швидкості утворення сечовини, що дозволяє усунути аміак, який утворювався. Крім цього, аспарагінова кислота шляхом трансамінування може перетворюватися в щавлево-оцтову кислоту, що є найважливішим метаболітом циклу трикарбонових кислот - основного джерела АТФ.

Аспарагінова кислота випускається у вигляді суміші калієвої та магнієвої солей у таблетках за назвою «Аспаркам» або «Панангін».

Глутамінова кислота відіграє винятково важливу роль у знешкодженні аміаку. У всіх тканинах NH_3 у процесі утворення

зв'язується із глютаміновою кислотою з утворенням іншої амінокислоти – глютаміну:

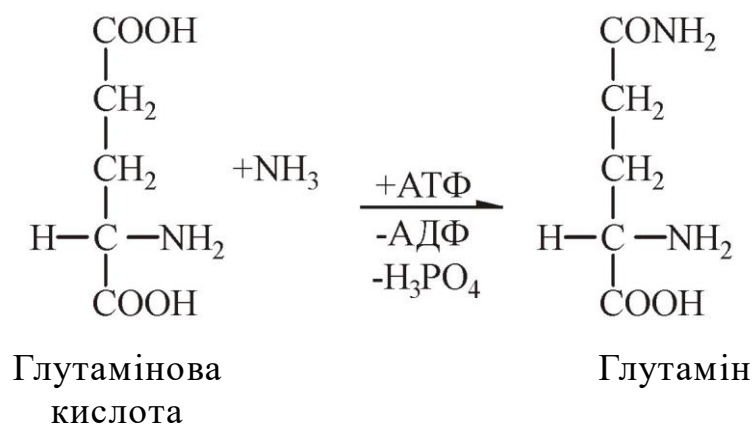


Рис. 5. Глутамінова кислота

Далі зі струмом крові глютамін надходить у печінку, де розпадається знову на глютамінову кислоту і NH_3 . Аміак, що звільнився, а також вуглекислий газ у печінці використовуються для синтезу сечовини. Глутамінова кислота, яка утворилася, із кров'ю знову надходить в органи для знешкодження нових порцій аміаку.

Іншою важливою функцією глютамінової кислоти є її участь у реакції трансамінування. У ході цієї реакції її учасники – амінокислота і α -кетокислота – обмінюються функціональними групами, у результаті чого амінокислота перетворюється у α -кетокислоту, а кетокислота стає амінокислотою (Рис.).

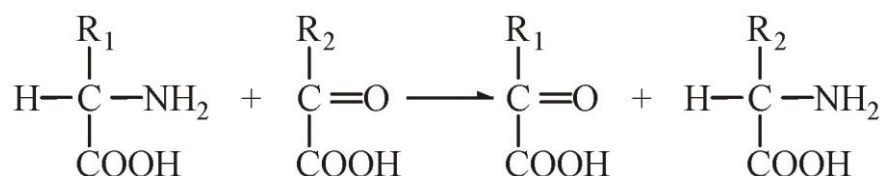


Рис. 6. Реакція трансамінування

Таким чином, за рахунок трансамінування одні амінокислоти можуть перетворюватися в інші. При цьому загальна кількість амінокислот не змінюється, але змінюється співвідношення між ними. З їжею в організм надходять чужорідні білки, у яких амінокислоти перебувають в інших пропорціях у порівнянні з білками організму. Шляхом трансамінування відбувається коректування амінокислотного складу організму, що необхідно для синтезу його власних білків.

Глутамін – амінокислота, у яку легко перетворюється глутамінова кислота, є постачальником азоту для синтезу біологічно важливих речовин (*наприклад, пуринових основ нуклеїнових кислот*).

Глутамінова кислота входить до складу деяких вітамінних комплексів (див. нижче).

Лізін є незамінною амінокислотою. Основні механізми впливу лізину на працездатність такі.

По-перше, лізін бере участь у синтезі карнітину. Як відомо, карнітин є переносником жирних кислот із цитоплазми у мітохондрії для наступного окиснення. Застосування карнітину в якості харчової добавки дозволяє прискорити залучення жирних кислот у β -окиснення. У багатьох видах спорту використання препарату карнітину дозволяє підвищити аеробну витривалість.

По-друге, лізін необхідний для синтезу найпоширенішого в організмі білка – колагену. Цей білок має високу міцність і еластичність. Він входить до складу сполучної тканини, і тому його можна виявити у шкірі, у стінках судин, у м'язах, сухожиллях, хрящах, костях, у внутрішніх органах. У м'язах колаген виконує важливу роль у процесі розслаблення, який, у свою чергу, визначає швидкісні якості спортсмена. У процесі синтезу колагену спочатку утворюється його попередник - проколаген, що містить у великій кількості амінокислоти лізін і пролін. Потім ці амінокислоти, що входять до складу проколагену, зазнають окиснення і перетворюються відповідно в

оксилізін і оксипролін, що призводить до переходу проколагену в колаген. Це окиснення протікає за участю аскорбінової кислоти - вітаміну С.

Вітаміни.

Як відомо, внаслідок виконання навантажень дуже великого обсягу і високої інтенсивності потреба спортсменів у вітамінах зростає у кілька разів. Забезпечити надходження такої великої кількості вітамінів тільки із природними продуктами харчування не вдається. У зв'язку із цим у спортивній практиці широко використовуються як вітамінні комплексні препарати, так і окремі вітаміни.

Одним із кращих вітамінних комплексів, призначених для спортсменів, вважається **комплівіт**. У цей комплекс у дозуваннях, необхідних для спортсменів, входять практично всі вітаміни, а також різні мінеральні елементи.

Спортсмени нерідко використовують і такі вітамінні препарати, як **аеровіт** (містить 11 вітамінів), **декамевіт** (містить 10 вітамінів і амінокислоту - метіонін), **глутамевіт** (містить 10 вітамінів, мінеральні елементи і глутамінову амінокислоту).

Із закордонних аналогів застосування у спортсменів знаходять полівітамінні комплекси **vitrum**, **centrum**, **uniscap**, **оліговіт**, **триовіт** та ін (табл. 8).

Поряд з полівітамінними препаратами для підвищення працездатності використовуються і окремі вітаміни. (табл. 8).

Тіамін (вітамін B1) входить до складу коферменту тіаміндифосфату, необхідного для аеробного розпаду вуглеводів. Цей кофермент бере участь в окисному декарбоксилюванні пірувата (*другий етап аеробного ГМФ-шляху розпаду вуглеводів*) і циклі трикарбонових кислот (*цикл Кребса*).

Деякі вітамінно-мінеральні комплекси

Продукт (виробник)	Форма випуску	Вміст активної Речовини
Біовіталь (США – Франція)	драже	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₆ , В ₁₂ , С, РР; залізо – 35,5 мг
Бевівіт залізом (США)	з сироп	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₆ , В ₁₂ , С, D, РР; залізо – 10 мг
Ван-е-дей максимум (Німеччина)	таблетки	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , С, D, Е, Н, РР; залізо – 18 мг, йод – 150 мг, марганець – 2,5 мкг, мідь – 2 мг, молібден – 10 мкг, селен – 10 мкг, хром – 10 мкг, цинк – 15 мг
Вітамаунт для жінок (США)	капсули	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В _с , В ₁₂ , D, Е, Н, К, РР; кальцій – 250 мг, магній – 50 мг, залізо – 18 мг, мідь – 2 мг, цинк – 15 мг
Вітамаунт для чоловіків (США)	капсули	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В _с , В ₁₂ , С, D, Е, К, РР; мідь – 2 мг, селен – 35 мкг, хром – 60 мкг, цинк – 22,5 мг
Вітамін – 15 Солко (Швейцарія)	таблетки	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , В _с , D, Е, РР; кальцій – 47,7 мг, магній – 4,2 мг, фосфор – 25,3 мг, залізо – 6,6 мг
Віталюкс (США)	таблетки	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , С, D, К, Е, Н, РР; калій – 40 мг, кальцій – 162 мг, магній – 100 мг, фосфор – 109 мг, бор – 150 мкг, ванадій – 10 мкг, залізо – 16 мг, йод – 150 мкг, марганець – 2,5 мкг, мідь – 2 мг, молібден – 25 мкг, нікель – 5 мкг, олово – 10 мкг, хром – 25 мкг, цинк – 15 мг
Вітрум плюс (США)	таблетки № 30, № 100, № 130	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , С, D, К, Е, Н, РР; калій – 40 мг, кальцій – 162 мг, магній – 100 мг, фосфор – 109 мг
Геріавіт Фарматон (Швейцарія)	капсули	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , С, D, Е, Р, РР; калій – 8 мг, кальцій – 90,3 мг, магній – 10 мг, фосфор – 70 мг, залізо – 10 мг, марганець – 1 мг, мідь – 1 мг, фтор – 0,2 мг, цинк – 15 мг

Продукт (виробник)	Форма випуску	Вміст активної Речовини
Глутамевіт (Україна)	таблетки	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В _с , С, Е, Р, РР; калій – 2,5 мг, кальцій – 40 мг, залізо – 10 мг, мідь – 2 мг
Дуовіт (Словенія)	драже	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , В _с , D, С, К, Е, РР; кальцій – 15 мг, магній – 20 мг, фосфор – 12 мг, залізо – 10 мг, марганець – 1 мг, мідь – 1 мг, молібден – 100 мкг, цинк – 3 мг
Декамевіт (Україна)		вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₆ , С, В _с , В ₁₂ , Е, РР, Р, U.
Іпкавіт-М (Індія)	капсули	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , С, D, Р; калій – 1 мг, кальцій – 180 мг, магній – 1 мг, фосфор – 150 мг, залізо – 5 мг, йод – 1,5 мкг, марганець – 0,01 мг, мідь – 0,01 мг, цинк – 0,15 мг
Каль-с-віта (Кальцевіта) (Швейцарія)	шипучі таблетки	вітаміни: В ₆ , С, D; кальцій – 250 мг, натрій – 170 мг
Квадевіт (Україна)	таблетки	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В _с , В ₁₂ , Е, Р, РР; кальцій – 20 мг, мідь – 1,5 мг
Кобідек Н (Німеччина)	таблетки, капсули	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₆ , В ₁₂ , С, Е, РР; кальцій – 80 мг, магній – 20 мг, залізо – 7,4 мг, марганець – 0,65 мг, мідь – 1 мг, молібден – 0,2 мкг
Лайфпак Юніор (Франція)	таблетки	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , В _с , С, Е, Н, РР; калій – 3 мг, магній – 0,92 мг, фосфор – 2,5 мг, залізо – 30 мг, марганець – 100 мг, мідь – 50 мг, селен – 1,25 мкг, фтор – 37 мкг, хром – 1,25 мкг, цинк – 375 мг
Матерна (США)	таблетки	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В _с , В ₁₂ , С, D, Е, РР, Н; кальцій – 250 мг, магній – 25 мг, залізо – 60 мг, йод – 150 мкг, марганець – 5 мг, мідь – 2 мг, молібден – 25 мкг, хром – 25 мкг, цинк – 25 мг
Мультибінта плюс кальцій і магній (Німеччина)	шипучі таблетки	вітаміни: В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В _с , В ₁₂ , С, Е, Н, РР; кальцій – 100 мг, магній – 50 мг

Продукт (виробник)	Форма випуску	Вміст активної Речовини
Мультибiонта Юнiор (Нiмеччина)	шипучі таблетки	вітаміни: В ₁ , В ₂ , В ₆ , В _с , С, Е; кальцій – 150 мг, магній – 50 мг, залізо – 3 мг
Нутрісан (Швейцарія)	капсули	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₆ , В _с , В ₁₂ , С, D, Е, РР; кальцій – 150 мг, магній – 1 мг, залізо – 20 мг, марганець – 0,5 мг, цинк – 0,2 мг
Ол-Амін (Бельгія)	таблетки	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В _с , В ₁₂ , С, D, Е, Н, РР; калій – 4,5 мг, магній – 25 мг, фосфор – 25 мг, залізо – 10 мг, марганець – 0,5 мг, молібден – 140 мкг, цинк – 0,6 мг
Оліговіт (Югославія)	драже	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₆ , В ₁₂ , С, D, Е, РР; калій – 2,5 мг, кальцій – 200 мг, магній – 3 мг, залізо – 10 мг, марганець – 0,5 мг, мідь – 0,5 мг, молібден – 0,1 мкг, фтор – 0,5 мг, цинк – 0,75 мг
Педивіт Форте (Індія)	капсули	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , С, D, РР; калій – 1 мг, кальцій – 190 мг, магній – 1 мг, фосфор – 140 мг, залізо – 5 мг, йод – 1,5 мкг, марганець – 10 мг, мідь – 10 мг, цинк – 150 мг
Пленіл (Франція)	шипучі таблетки	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В _с , В ₁₂ , В _с , С, Е, Н, РР; мідь – 0,42 мг, селен – 0,25 мг, цинк – 1,43 мг
Полівіт геріатрик (США)	таблетки	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₆ , В _с , В ₁₂ , С, Е, К, РР; кальцій – 130 мг, магній – 35 мг, фосфор – 100 мг, залізо – 10 мг, йод – 150 мкг, селен – 70 мкг, цинк – 150 мг
Прегнавіт (Німеччина)	капсули	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , В _с , С, D, Е, РР; кальцій – 250 мг, залізо – 30 мг
Супраділ Рош (Швейцарія)	драже	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В _с , В ₁₂ , С, D, Е, Н, РР; кальцій – 50 мг, магній – 40 мг, фосфор – 50 мг, залізо – 3,6 мг, марганець – 0,5 мг, мідь – 0,4 мг, хром – 10 мкг, цинк – 3 мг
Тріовіт (Словенія)	капсули	вітаміни: А, С, Е; селен – 50 мкг

Продукт (виробник)	Форма випуску	Вміст активної Речовини
Уолш Полівіт для дорослих (США)	таблетки	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , В _с , D, Е, Н, РР; калій – 37,5 мг, кальцій – 130 мг, магній – 100 мг, фосфор – 100 мг, залізо – 18 мг, йод – 150 мкг, марганець – 2,5 мг, мідь – 2 мг, молібден – 10 мг, селен – 10 мг, хром – 10 мкг, цинк – 15мг
Упсавіт Мультивітамін (Франція)	шипучі таблетки	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В _с , В ₁₂ , С, Е, Н, РР; мідь – 0,42 мг, селен – 25 мкг, цинк – 1,43 мг
Фенюльс (Індія)	капсули	вітаміни: В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , С; залізо – 45 мг
Ферро-вітал (Турція)	драже	вітаміни: В ₁ , В ₂ , В ₆ , В _с , В ₁₂ , С, РР; залізо – 200 мг
Центрум (США)	таблетки	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В _с , В ₁₂ , С, D, Е, Н, К, РР; калій – 40 мг, кальцій – 162 мг, магній – 100 мг, фосфор – 125 мг, ванадій – 10 мкг, залізо – 18 мг, йод – 150 мкг, кремній – 10 мкг, марганець – 2,5 мг, мідь – 2 мг, молібден – 10 мкг, нікель – 5 мкг, олово – 10 мкг, селен – 25 мкг, хлор – 36,3 мг, хром – 25 мкг, цинк – 15 мг
Ендур VM (США)	таблетки	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В _с , В ₁₂ , С, D, Е, Н, РР; кальцій – 100 мг, магній – 50 мг, фосфор – 56 мг, йод – 150 мкг, марганець – 5 мг, мідь – 2 мг, селен – 15 мкг, хром – 5 мкг, цинк – 15 мг
Юнікап М (США)	таблетки	вітаміни: А, В ₁ , В ₂ , В ₅ , В ₆ , В ₁₂ , С, D, РР; калій – 5 мг, кальцій – 35 мг, магній – 5 мг, залізо – 10 мг, йод – 150 мкг, марганець – 1 мг, мідь – 1 мг

Отже, надходження в організм додаткових кількостей тіаміну повинне інтенсифікувати аеробне окиснення вуглеводів і підвищити аеробну працездатність, особливо, при виконанні фізичних навантажень у зоні великої потужності.

Тіаміндифосфат також бере участь у ГМФ-шляху розпаду вуглеводів (*пентозний цикл*), що мають анаболічне призначення, і які

забезпечують різні синтези атомами водню і рибозою. У зв'язку із цим введення в організм вітаміну В₁ також сприяє прискоренню відбудовних процесів.

Швидший ефект дає введення замість тіаміну готового коферменту - тіаміндифосфату (*перетворення в організмі тіаміну в тіаміндифосфат вимагає часу!*).

Тіаміндифосфат випускається у вигляді розчину в ампулах за назвою «Кокарбоксилаза» і вводиться парентерально.

Рибофлавін (вітамін В₂) і **нікотинамід** (вітамін РР) використовуються для синтезу коферментів тканинного подиху (ФМН, ФАД, НАД). Приймання цих вітамінів сприяє кращому функціонуванню у клітинах і, насамперед, у м'язових тканинних подиху – основного постачальника АТФ. Оскільки при м'язовій роботі окиснення зазнають у першу чергу вуглеводи, приймання рибофлавіну і нікотинамиду розумно поєднувати із прийманням тіаміну.

Нікотинамід ще необхідний для синтезу коферменту НАДФ, який приймає участь у ГМФ-шляху розпаду вуглеводів, що і є переносником атомів водню для забезпечення різних синтезів.

Рибофлавін може бути використаний у вигляді коферменту – рибофлавіну монопіридоксиду, що випускається у вигляді розчину в ампулах для парентерального введення.

Піридоксин (вітамін В₆), потрапляючи в організм, перетворюється в кофермент - фосфопіридоксаль, який приймає участь у трансамінуванні амінокислот. Як відзначалося, за рахунок трансамінування відбувається «припасування» співвідношення між 20 різновидами амінокислот до того, яке необхідно для забезпечення повноцінного синтезу власних білків організму. Тому застосування вітаміну В₆ особливо корисно в період нарощування м'язової маси.

Випускається також і коферментна форма вітаміну - піридоксальфосфат в ампулах для парентерального введення. На

відміну від піридоксину введення в організм піридоксальфосфату дає значно швидший ефект.

Аскорбінова кислота (вітамін С) є учасником багатьох окисно-відновних реакцій. Зокрема, аскорбінова кислота бере участь у реакціях гідроксилювання. В організмі шляхом гідроксилювання відбувається включення атомів кисню в синтезовані речовини. Таким синтезом є утворення колагену – найпоширенішого білка організму. Вище відзначалося, що в процесі синтезу колагену спочатку утворюється його попередник - проколаген, що містить у великій кількості амінокислоти лізин і пролін. Надалі ці амінокислоти, що перебувають у складі проколагену, зазнають гідроксилювання і перетворюються відповідно в оксилізін і оксипролін, що призводить до переходу проколагену у колаген. Це окиснення протікає за участю аскорбінової кислоти – вітаміну С. Враховуючи широке поширення колагену в організмі, його присутність у зв'язках, сухожиллях, участь у процесі м'язової релаксації, можна вважати, що введення в організм додаткової кількості вітаміну С повинне викликати підвищення м'язової працездатності. Гідроксилювання за участю аскорбінової кислоти ще зустрічається при синтезі гормонів надниркової залози – адреналіну і кортикостероїдів, що виділяються при виконанні фізичних навантажень, які й викликають сприятливі для м'язової діяльності зміни в організмі на біохімічному і фізіологічному рівнях.

Аскорбінова кислота також має антиоксидантні властивості.

Аскорбінова кислота може використовуватися в комплексі з **рутином (вітамін Р)**, що випускається за назвою **аскорутин**.

Токоферол (вітамін Е) є головним антиоксидантом організму і має мембранопротекторну дію.

Антиоксиданти.

В останні десятиліття встановлено, що незначна частина кисню, що надходить із повітря в організм, перетворюється в активні форми ($O_2\sim$, $HO_2\sim$, $HO\cdot$, H_2O_2 та ін.), які називаються **вільними радикалами**, або **оксидантами**. Вільні радикали кисню, володіючи високою хімічною активністю, викликають реакції окиснення білків, що зачіпають, ліпіди і нуклеїнові кислоти. Таке окиснення називають **вільнорадикальним (ВРО)**. Найчастіше вільнорадикального окиснення зазнає ліпідний шар біомембран, що призводить до їхнього ушкодження. У цей час процеси вільнорадикального окиснення, і в першу чергу ліпідів біологічних мембран, вважаються найважливішим дезадаптаційним фактором, що обумовлюють розвиток стомлення і зниження фізичної працездатності.

У цей час для попередження стомлення і збереження фізичної працездатності у спортивній практиці застосовуються різні екзогенні засоби, здатні підвищувати ємність антиоксидантної системи організму.

Токоферол (вітамін E), є головним компонентом природної антиоксидантної системи організму. Уведення в організм екзогенного вітаміну E суттєво підвищує здатність клітин протистояти процесам вільнорадикального окиснення і попереджає виникнення негативних змін в організмі, що викликають зниження працездатності, і насамперед ушкодження біологічних мембран. Отже, токоферол має виражену мембранопротекторну дію, що сприяє збереженню працездатності при виконанні фізичних навантажень.

Менше виражені антиоксидантні властивості мають **вітаміни C та P**.

Триовіт, макровіт і антиокс – полівітамінні комплекси, що містять антиоксиданти.

Тимол (похідне фенолу) має виражену антиокисну дію.

Дибунол (йонол) - синтетичний препарат, що є похідним фенолу, який має значну антиоксидантну активність.

Антиоксидантні властивості також мають **адаптогени**.

Адаптогени.

Адаптогени - лікарські засоби, що мають рослинне або тварине походження. Під впливом адаптогенів розвивається неспецифічна адаптація організму до несприятливих умов. Зокрема, адаптогени підвищують як фізичну, так і розумову працездатність. Механізми дії адаптогенів остаточно не з'ясований, але передбачається, що ефект їх активуючих дій обумовлений мобілізацією функціональних резервів організму. Тому застосування адаптогенів дозволяє підвищити обсяг і інтенсивність тренувальних навантажень.

Використання адаптогенів для підвищення спортивної працездатності має ряд особливостей.

- Адаптогенна активність проявляється тільки при надмірних фізичних і психоемоційних навантаженнях.

- Адаптогени звичайно приймають у формі курсу тривалістю 3-4 тижня, тому що функціональні резерви організму обмежені та існує можливість їх виснаження.

- Часто використовують комбіновані препарати, що містять декілька адаптогенів, які впливають на організм неоднаково. Така комбінація декількох адаптогенних засобів призводить до посилення їх дії. Гарний ефект дає чергування застосування різних адаптогенних препаратів.

- Слід точно дотримуватися рекомендованого дозування і тривалості курсу приймання адаптогенів. Передозування, а також значне збільшення тривалості приймання цих препаратів можуть призвести до підвищеної збудливості нервової системи, до виникнення безсоння, головних болів, підвищення кров'яного тиску і т.п.

У спортивній практиці знаходять застосування наступні адаптогенні засоби.

Женьшень є найвідомішим адаптогеном, застосовуваним протягом багатьох століть. Препарати женьшеню мають дуже важливу для спортсмена тонізуючу, противтомну, антистресорну та антиоксидантну дію. Особливо слід зазначити противтомну дію женьшеню, яка проявляється як при інтенсивних фізичних навантаженнях, так і при виконанні роботи, що вимагає граничної зосередженості та уваги.

Факторами, що обмежують використання женьшеню, є його важкоприступність (росте тільки в глухій тайзі), сезонне коливання активності і висока вартість.

Елеутерокок має той же спектр дії, що і женьшень. На відміну від женьшеню може культивуватися в штучних умовах.

Лимонник китайський активує обмін речовин, тонізує ЦНС, серцево-судинну і дихальну системи, що в підсумку проявляється підвищенням фізичної працездатності.

Адаптогенні властивості також виявляються у препаратів, отриманих з рослин, таких як **левзея** (маралий корінь), **родіола рожева** (золотий корінь), **аралія** і ін.

Гарний адаптогенний ефект дають комбіновані препарати, що складаються із перелічених рослинних адаптогенів, вітамінів, квіткового пилку і прополісу.

Левзея містить порошок коріння левзеї, вітаміни Е і С.

Леветон містить порошок коріння левзеї, вітаміни Е та С, квітковий пилок і прополіс.

Елтон містить порошок коріння елеутерококу, вітаміни Е та С, квітковий пилок і прополіс.

Адаптон містить порошок коріння левзеї, плодів китайського лимоннику, вітаміни Е та С, квітковий пилок.

Фітотон містить порошок коріння левзеї і родіоли рожевої, квітковий пилок, вітаміни Е та С.

З адаптогенів тваринного походження використовується **пантокрин**. Пантокрин представляє собою спиртовий екстракт із неокостенілих рогів (пантів) марала, ізюбра або плямистого оленя.

Анаболізатори.

До цієї групи відносяться фармакологічні засоби різної будови і походження, що прискорюють в організмі синтези багатьох біологічно важливих речовин і, насамперед, м'язових білків. Усі перераховані нижче препарати не є допінгами і можуть бути використані при підготовці спортсменів.

Екдистен (стара назва **ратибол**) є природним стероїдним з'єднанням. Виділяється зі стебел і коріння левзеї, що росте в Середній Азії, Казахстані і на Далекому Сході. За молекулярним механізмом дії екдистен схожий з дією чоловічих половых гормонів і, зв'язуючись із тестостероновими рецепторами м'язових клітин, прискорює в них синтез білків. Шкідливі побічні ефекти, властиві синтетичним анаболічним стероїдам, у цього з'єднання не виявляються. Тривале приймання екдистена не викликає зміни гормонального фону організму, вироблення організмом своїх власних стероїдних гормонів і не виявляє негативного впливу на печінку.

Оротат калію є попередником піримідинових азотистих основ (**тимін, урацил, цитозин**), необхідних для синтезу нуклеїнових кислот. У свою чергу, нуклеїнові кислоти (**ДНК і РНК**) забезпечують синтез білків.

Аспаркам (**панангін**) - суміш калієвої і магнієвої солей аспарагінової кислоти (**амінокислота**). Аспарагінова кислота необхідна для синтезу оротової кислоти, з якої утворюються азотисті піримідинові основи і далі нуклеїнові кислоти.

Анаболічну дію мають також амінокислоти *гліцин, метіонін і лізин*.

Рибоксин (іноземний аналог - *Inosine*) бере участь у синтезі азотистих пуринових основ (*аденін, гуанін*) і тим самим прискорює утворення нуклеїнових кислот і синтез білків.

Фосфаден (аденозинмонофосфат, АМФ) використовується для синтезу нуклеїнових кислот.

Цианкобаламін (вітамін B_{12}) і **фолієва кислота** (вітамін B_c) утворюють коферменти, що беруть участь в переносі одновуглецевих радикалів (*метильного – CH_3 , оксиметильного – CH_2OH , формильного – CHO , метиленового – CH_2 , метенового – CH та ін.*) з наступним включенням їх у синтезовані речовини. Такі реакції мають місце у ході синтезу деяких амінокислот і азотистих основ, що в підсумку сприяє, прискоренню синтезу нуклеїнових кислот і білків. Таким чином ці вітаміни мають анаболічний ефект. Особливо анаболічна дія вітамінів B_{12} і B_c проявляється в процесі кровотворення. Завдяки цим вітамінам збільшується кількість еритроцитів у крові та киснева ємність крові. Найбільший ефект від приймання цианкобаламіну і фолієвої кислоти спостерігається у спортсменів, що виконують аеробні навантаження.

Активуюча дія цианкобаламіну і фолієвої кислоти на кровотворення підсилюється при одночасному застосуванні препаратів заліза, необхідного для синтезу *гема (гематоген, гемостимулін, гліцерофосфат заліза, ферроплекс, фітоферролактол і ін.)*.

Виражену анаболічну дію відзначено у вітаміноподібних речовин **метилметіоніна** (вітамін U) і **пангамової кислоти** (вітамін B_{15}), що містять метильну групу, що легко відщеплюються, яка використовується у синтезах багатьох біологічно активних з'єднань.

Енергізатори.

До цієї групи відносяться фармакологічні засоби, що поліпшують енергозабезпечення м'язової діяльності.

Аденозінтрифосфат (АТФ) служить безпосереднім джерелом енергії для забезпечення всіх потреб організму, у тому числі м'язової роботи. Внаслідок наявності трьох фосфатних залишків молекула АТФ має негативний заряд і дуже погано проникає через біологічні мембрани. Через великий запас енергії АТФ легко розкладається, і тому в м'язові клітини практично надходять лише продукти його розпаду, з яких у міоцитах надалі ресинтезується АТФ.

Аденілова кислота (МАП – м'язово-аденіловий препарат). Препарат виділяють із пивних дріжджів. До його складу входить аденозінмонофосфат (АМФ) і різні біологічно активні кислоти. У м'язах з АМФ може утворюватися АТФ.

Креатин є попередником креатинфосфату - макроергічного з'єднання, необхідного для забезпечення алактатної працездатності. При внутрішньовенному введенні у м'язах швидко зростає концентрація креатинфосфату. У зв'язку із цим доцільно ін'єкції креатину робити перед змаганнями, що вимагають прояву високої алактатної працездатності. Тривале приймання креатину може привести до зниження активності ферментів, що беруть участь у синтезі ендогенного креатину.

Лимонна і бурштинова кислоти є проміжними метаболітами циклу трикарбонових кислот (*циклу Кребса*) - головного постачальника АТФ. Додаткове надходження в організм цих з'єднань збільшує продуктивність циклу Кребса і призводить до росту аеробної працездатності.

Карнітин забезпечує транспорт жирних кислот із цитоплазми, де відбувається їх активація, у мітохондрії для окиснення. Застосування екзогенного карнітину дозволяє прискорити залучення жирних кислот у

процес окиснення. У багатьох видах спорту використання препарату карнітину дозволяє підвищити аеробну витривалість. Наприклад, у бодібілдингу карнітин застосовують у період тренувань «на рельєф». Завдяки карнітину збільшується швидкість окиснення жирів підшкірної жирової клітиновини, і м'язи стають більш рельєфними. Подібну дію має *мільдронат*, який є попередником карнітину і обертається в нього безпосередньо в організмі.

Ліпоєва кислота бере участь в окисному декарбоксилюванні піровиноградної кислоти (*проміжний етап аеробного окиснення вуглеводів*) і α -кетоглутарової кислоти (*проміжна стадія циклу Кребса*). Тому приймання ліпоєвої кислоти може викликати підвищення аеробної працездатності.

Гепатопротектори.

До гепатопротекторів відносяться різні лікарські засоби, що поліпшують у печінці обмінні процеси, які сприяють швидкому її відновленню після м'язових навантажень.

У печінці під час м'язової роботи протікають такі важливі процеси, як глікогенез, β -окиснення жирних кислот, кетогенез, гліоконеогенез, які спрямовані на забезпечення м'язів найважливішими джерелами енергії: глюкозою і кетоновими тілами. Крім того, у печінці під час м'язової роботи здійснюється знешкодження великої кількості аміаку шляхом синтезу сечовини. Усі ці процеси викликають виникнення несприятливих зрушень у клітинах печінки і приводять до зменшення її функціональних можливостей. При інтенсивному тренувальному процесі через часті тренування час відпочинку у спортсменів обмежений, у таких умовах відновлення функціонального стану печінки може виявитися неповноцінним. Використання гепатопротекторів, що сприятливо впливають на печінку, дозволяє спортсменам зберегти працездатність на високому рівні.

У спортивній практиці часто застосовують наступні фармакологічні засоби цієї групи.

Есенциале - містить фосфоліпіди, що беруть участь у метаболічних процесах, які протікають у печінці, і необхідні для неї неграничні (есенційні) жирні кислоти і вітаміни.

Карсил і легалон – містять рослинне з'єднання силімарін, яке надає стабільність мембранам печіночних клітин, прискорює на клітинному рівні відбудовні процеси в печінці і підвищує детоксиційну функцію цього органа.

ЛИВ-52 - комплексний препарат із соків і відварів рослин, застосовуваних у народній медицині Індії. Запобігає та усуває порушення функцій печінки.

До гепатопротекторів також можна віднести **жовчогінні засоби**. Їхнє застосування в практиці спорту викликане тим, що при виконанні навантажень, пов'язаних з роботою черевного преса, підвищується внутрішньочеревний тиск. У цих умовах утрудняється відтік жовчі, що може привести до застою жовчі і деформації жовчного міхура.

Для профілактики цих порушень у спортсменів використовуються м'яко діючі жовчогінні засоби рослинного походження.

Алохол - містить екстракти часнику і кропиви і підсилює секреторну функцію печінки.

Квітки безсмертника піщаного - містять глікозиди і ефірні масла, що прискорюють секрецію жовчі.

Кукурудзяні рильця - містять рослинні стерини, ефірні масла, вітаміни С і К і мають жовчогінну, сечогінну і кровоспинну дію.

Імуностимулятори.

Винятково високі фізичні і емоційні перевантаження, властиві спорту вищих досягнень, несприятливо впливають на імунітет. Імунна система дітей і підлітків також дуже чутлива до таких навантажень.

Для корекції імунологічних порушень у спортсменів високої кваліфікації використовуються різні імуностимулюючі засоби (*імуностимулятори, імунокоректори*).

Імуноглобулін (*γ-глобулін*) - являє собою антитіла, виділені з донорської крові. Уводиться внутрішньовенно.

Інтерферон – білок, виділений з лейкоцитів. Має протівірусну активність. Уводиться інтраназально.

Тимолін (*тиморін*), **тимоптин**, **тактивін** - поліпептидні препарати, виділені з виличкової залози (*тимус*) великої рогатої худоби. Імуностимулююча дія даних препаратів обумовлена тим, що виличкова залоза бере участь у формуванні імунітету у зростаючого організму. У дорослих ця залоза атрофована. Уводяться внутрішньом'язово.

Нуклеїнат натрію - сприяє збільшенню у крові кількості лейкоцитів, тобто активує лейкопоез.

Для попередження виникнення інфекційних захворювань проводяться **профілактичні щеплення**.

У якості імуностимуляторів нерідко застосовуються препарати **квіткового пилку і прополісу**.

Допінги і допінговий контроль.

Крім описаних у попередньому розділі дозволених лікарських засобів, що не дають ніяких побічних ефектів і не заподіюють шкоди здоров'ю, у спортивній практиці все частіше застосовуються фармакологічні препарати, що дозволяють порівняно швидко підвищити працездатність спортсмена, але, негативно, майже до смертельного результату, впливають на його організм. Такі речовини одержали назву **допінги**. Незважаючи на заборону Міжнародного олімпійського комітету (МОК), використання допінгів у спорті не зменшується і навіть зростає.

Стрімке зростання вживання допінгів сучасними спортсменами викликаний наступними причинами:

- честолюбство спортсменів, бажання за всяку ціну стати переможцем, навіть за рахунок свого здоров'я;
- відсутність інформації про негативні сторони застосування допінгів, незнання спортсменами можливих важких наслідків їх використання;
- комерціалізація сучасного спорту, величезні матеріальні стимули і грошові призи за перемогу на змаганнях;
- науковий прогрес у фармакології, що дозволяє створювати ефективніші допінгові препарати, у комбінації з надвисокими прибутками фармацевтичних компаній від їхнього виробництва і реалізації;
- політична значимість спортивних досягнень, нерідко асоційована з успіхами і авторитетом держави.

За визначенням Медичної комісії МОК допінгом вважаються фармакологічні препарати, що вводяться в організм спортсмена будь-яким шляхом (у вигляді таблеток, мазей, ін'єкцій, аерозолів і т.п.) і штучно підвищують спортивну працездатність, але здатні заподіювати шкоду здоров'ю. При цьому фармакологічні засоби вважаються допінгами тільки в тому випадку, якщо вони або продукти їх розпаду можуть бути виявлені в біологічних об'єктах (кров, сеча) спеціальними методами з високим ступенем точності і вірогідності.

Основні класи заборонених лікарських засобів.

Психостимулятори.

У цей клас входять з'єднання різної будови, що стимулюють центральну нервову систему, серцево-судинну і дихальну системи (наприклад, *фенамін, сиднокарб, сиднофен, ефедрин, бромантан, великі дози кофеїну і ін.*). Ця стимуляція викликає поліпшення біоенергетики

м'язової діяльності, знімає втому за рахунок мобілізації всіх фізіологічних і біохімічних резервів, необхідних для виконання фізичної роботи великої інтенсивності і тривалості, майже до повного їхнього виснаження. При цьому в організмі спортсмена виникають глибокі біохімічні і функціональні зрушення, не тільки небезпечні для здоров'я, але і нерідко несумісні з життям. Відомі випадки смерті спортсменів, викликані вживанням допінгів цього класу.

У якості ілюстрації важких наслідків використання психостимуляторів можна привести результати експерименту, проведеного під керівництвом проф. М.М. Яковлева. Контрольна група білих пацюків плавала в теплій воді 8-10 годин до розвитку глибокого стомлення, що призводило до того, що тварини починали тонути. Тварин у цей момент виймали з води. Незважаючи на сильне стомлення, усі пацюки залишилися живими і через кілька днів повністю відновилися. Пацюкам контроної групи перед плаванням вводили стимулятор центральної нервової системи фенамін. Пацюки цієї групи протрималися на воді довше - 18-20 годин. Однак після такого плавання більша частина пацюків загинула. Результати експерименту дозволяють зробити висновок про те, що використаний стимулятор (фенамін) дозволив значно збільшити фізичну працездатність ціною вичерпання резервів організму і появи дуже значних змін, що призводять до летального результату.

Застосовуються психостимулятори звичайно безпосередньо перед змаганням для забезпечення особливо високої працездатності.

Наркотики.

Приймання наркотиків знімає у спортсменів болючі відчуття і почуття страху, робить їх більш агресивними. Негативні наслідки застосування наркотиків – виснаження резервів організму, травми і наркоманія.

Анаболічні агенти.

До цього класу відносяться речовини, що прискорюють в організмі синтетичні процеси, але наносять шкоду здоров'ю. Найпоширенішими не тільки серед анаболічних засобів, але й усіх допінгів є ***анаболічні стероїди*** (*стероїдні анаболіки*).

Анаболічні стероїди - штучно синтезовані з'єднання, близькі за будовою до людських полових гормонів. Ці речовини мають виражену анаболічну дію, яка проявляється в прискоренні синтезу м'язових білків, що дозволяє спортсмену швидко наростити м'язову масу. Однак застосування таких препаратів у край небезпечно для здоров'я. Тривале приймання анаболічних стероїдів може викликати порушення статевих функцій, виникнення захворювань печінки й нирок, у тому числі злоякісних пухлин цих органів, зміну психіки та ін. Особливо небезпечне використання стероїдів дітьми, підлітками та жінками.

Ефективними анаболічні стероїди стають тільки при прийманні курсом.

Діуретики.

Діуретики (*сечогінні засоби*) використовуються безпосередньо перед змаганням для зігнання ваги (за рахунок втрати води) у тих видах спорту, де є вагові категорії, і для прискорення виділення з організму раніше застосовуваних допінгових препаратів (насамперед анаболічних стероїдів).

Небезпека застосування діуретиків обумовлена тим, що виведення з організму великого обсягу сечі супроводжується втратою мінеральних елементів, у тому числі калію. Тому при відсутності компенсуючої дієти може виникнути дефіцит калію, що негативно позначається на функціонуванні міокарда, вимоги до якого зростають саме під час відповідальних змагань.

Пептидні та білкові гормони.

У цей клас включені гормони передньої частки гіпофіза (соматотропін, хоріонічний гонадотропін, кортикотропін) та гормоноподібна речовина, яка виробляється нирками, - *еритропоетин*.

Соматотропін (*гормон росту*) - застосовується у зв'язку з його стимулюючою дією на синтез білків. Тривале приймання соматотропіну може викликати акромегалію (непропорційно швидке зростання окремих частин тіла: кистей рук, стоп, підборіддя, надбрівних дуг, носа, язика).

Хоріонічний гонадотропін (*виділяється із сечі вагітних жінок*) - стимулює вироблення тестостерону і сперматогенез, які порушені за рахунок приймання анаболічних стероїдів.

Кортикотропін - стимулює виділення корою надниркової залози гормонів - кортикостероїдів. Ці гормони під час м'язової роботи гальмують синтез м'язових білків (цей процес споживає багато енергії) і викликають глюконеогенез (синтез глюкози з амінокислот, лактату і гліцерину), що сприятливо для функціонування м'язів.

Еритропоетин - прискорює утворення еритроцитів у червоному кістковому мозку (*еритропоез*), у результаті чого поліпшується кисень-транспортна функція крові і збільшується постачання м'язів киснем. Використовується у тих видах спорту, в яких необхідна висока аеробна працездатність.

Заборона на використання гормональних препаратів обумовлена тим, що всі залози внутрішньої секреції функціонують узгоджено і мають взаємний вплив. Уведення в організм гормонів позначається не тільки на функції залози, що виробляє гормон, який вводиться, але й може виявити негативний вплив на стан усієї нервово-гормональної регуляції у цілому. Тому використання гормональних препаратів як допінгу є небезпечним для здоров'я спортсменів.

Заборонені методи.

Медичною комісією МОК до допінгів також віднесені *процедури*, що штучно збільшують працездатність, але небезпечні для здоров'я, та різні *маніпуляції*, що перешкоджають виявленню допінгу у спортсмена.

Найпоширенішою процедурою, що підвищує аеробну працездатність, є **кров'яний допінг**. Спортсмену, незадовго до змагання, внутрішньовенно вводять додаткову порцію крові, або заздалегідь узятій в нього, або ж донорської. Для більшого ефекту кров, що вводиться, часто піддають ультрафіолетовому опроміненню. У деяких випадках замість цільної крові застосовують еритроцитарну масу. За рахунок кров'яного допінгу поліпшується кисень-транспортна функція крові і значно збільшується постачання м'язів киснем. У підсумку зростає аеробна працездатність.

Негативним наслідком кров'яного допінгу може бути хвороблива реакція організму на введення крові (озноб, підвищення температури тіла, втрата свідомості), викликана або несумісністю крові, що вводиться, із кров'ю спортсмена або інфікуванням її при зберіганні. Негативний вплив на організм виявляють інтенсивні тренування у передзмагальному періоді на фоні значного зменшення обсягу крові за рахунок здачі частини її для наступного введення перед змаганням.

Маніпуляції, що перешкоджають виявленню допінгових препаратів, полягають у підміні або підробці сечі, катетеризації з метою введення в сечовий міхур сечі, що свідомо не містить допінгу, використання хімічних сполук, що пригнічують сечестворення або роблять зразки сечі непридатними для дослідження.

Відмова від проходження допінг-контролю прирівнюється до вживання допінгу.

Допінговий контроль (допінг-контроль).

У теперішній час допінговий контроль проводиться у всіх видах спорту. Його завданням є встановлення застосування спортсменами заборонених фармакологічних засобів і виявлення допінгових процедур і маніпуляцій.

Допінг-контроль здійснюється на Олімпійських іграх, на всіх змаганнях світового масштабу і на великих змаганнях в окремих країнах. Останнім часом допінговий контроль став проводитися у міжзмагальний період.

В обов'язковому порядку допінг-контролю зазнають спортсмени, що зайняли призові місця, а також інші члени спортивних команд за жеребом.

Основним об'єктом допінгової експертизи є сеча. З метою виявлення кров'яного допінгу або використання еритропоєтину аналізується венозна кров.

Біологічні проби у спортсменів, відібраних для допінгового контролю, беруться не пізніше 1 години після закінчення змагання. Узята для аналізу порція сечі або крові ділиться на дві частини – пробу А (*основна проба*) і пробу В (*контрольна проба*). Обидві проби опечатуються і під шифром відправляються в лабораторію допінгового контролю. На цьому етапі допінг-контролю спортсмен повинен заявити, які ліки він використовував протягом останніх трьох днів, тому що деякі з них можуть у мінімальних кількостях містити заборонені речовини.

У лабораторії допінг-контролю спочатку аналізується проба А. Якщо в цій пробі допінг не виявляється, допінг-контроль на цьому завершується, і робиться висновок про те, що спортсмен не застосовував допінг. При виявленні допінгу у пробі А аналізу зазнає проба В. Якщо у пробі В допінг не виявляється, то результат аналізу проби А теж вважається негативним. Якщо ж у пробі В знаходять

заборонені речовини, спортсмен вважається викритим у застосуванні допінгу і зазнає відповідних санкцій.

Для виявлення допінгових речовин використовуються високочутливі методи: хроматографічні, мас-спектроскопічні, радіоімунні, імуноферментні та ін.

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. Волков Н. И. Биохимия мышечной деятельности / Н. И. Волков, Э. Н. Несен, А. А. Осипенко, С. Н. Корсун. – К. : «Олимпийская література», 2000. – 504 с.
3. Гонський Я.І., Максимчук Т.П., Калинський М.І. Біохімія людини. – Тернопіль: «Укрмедкнига», 2002.- 744 с.
4. Губський Ю.І. Біологічна хімія. – Київ-Тернопіль: «Укрмедкнига», 2000. – 508 с.
5. Клінічна біохімія: підручник / Д.П. Бойків, Т. Бондарчук, О.Л. Іванків та ін., за ред. О.Я. Складарова. – К: «Медицина», 2006. – 432 с.
6. Корсун С.М. Основи біохімії м'язової діяльності / С. М. Корсун. – Харків, 2003. – 105 с.
7. Корсун С.М., Шапошнікова І.І. Біохімія м'язової діяльності / С. М. Корсун; І.І. Шапошнікова. – Харків, 2020. – 129 с.
8. Мещищен І.Ф., Пішак В.П., Григор'єва Н.П. Основи клінічної біохімії.- Чернівці: «Медик», 2000.- 164 с.
9. Мохан Р. Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки / Р. Мохан, М. Глессо, П. Л. Гринхафф. Пер. с англ. В.Л. Смольского. – К. : «Олимпийская литература», 2001. – 230 с.
10. Осипенко Г. А. Основи біохімії м'язової діяльності / Г. А. Осипенко. – К. : НУФВСУ «Олімпійська література», 2007. – 194 с.
11. Остапченко Л. І., Андрійчук Т.Р., Бабенюк Ю.Д. та н.. Біохімія: підручник. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2012. — 796 с.
12. Остапченко Л.І., Скопенко О.В. Біохімія в схемах і таблицях: Навчальний посібник. –К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2004 .– 128 с.

13. Практикум з біологічної хімії / Бойків Д.П., Іванків О.Л., Кобилінська Л.І. та ін. / за ред. О.Я. Складова. - К.: Здоров'я, 2002. - 298 с.
14. Біологічна хімія / В. Ф. Вороніна, Н. М. Десенко [та ін.] – Х : «Основа», 2000. – 608 с.
15. Вілмор Дж. Х. Фізіологія спорту : Пер. з англ.. / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. – К. : «Олімпійська література», 2003. – 656 с.
16. Допинг и эргогенные средства в спорте / под общ. ред. В. Н. Платонова. – К. : «Олимпийская литература», 2003. – С. 109– 245.
17. Клінічна біохімія / за ред. О. П. Тимошенко. – К. : «Професіонал», 2007. – 292 с.
18. Корсун С. М., І. І. Шапошнікова, Я. В. Суворова. Вітаміни як компоненти харчування людини. Методичні рекомендації для студентів - Харків : 2010. – 64 с.
19. Мак-Комас А.Дж. Скелетные мышцы. Строение и функции / А. Дж. Мак-Комас. – К. : «Олимпийская литература», 2001. – 408 с.
20. Метаболизм в процессе физической деятельности / под ред. М. Харгривса. – К. : «Олимпийская литература», 1998. – 287 с.
21. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практическое приложение / В. Н. Платонов. – К. : «Олимпийская литература», 2004. – 808 с.
22. Платонов В. Н. Периодизация спортивной тренировки. Общая теория и её практическое применение. – К.: «Олимпийская литература», 2013. – 624 с.
23. Уильямс М. Эргогенные средства в системе подготовки спортсменов / М. Уильямс. – К. : «Олимпийская литература», 1997. – 256 с.

ЗМІСТ

Передмова	3
Особливості біохімічних змін в організмі при заняттях різними видами спорту	5
Циклічні види спорту	9
Легка атлетика	11
Вправи максимальної зони потужності (біг на 100 і 200 м)	13
Вправи субмаксимальної зони потужності (біг 400, 800, 1000, 1500 м)	16
Вправи зони великої потужності	19
Вправи помірної зони потужності	20
Плавання.....	26
Гребний спорт.....	27
Лижний спорт	29
Велосипедний спорт	30
Ациклічні види спорту. Спортивні ігри (футбол, баскетбол, волейбол, хокей, бадмінтон, теніс і ін.).....	33
Гімнастика (спортивна і художня)	34
Спортивні єдиноборства (важка атлетика, боротьба, бокс, фехтування)	35
Біохімічні закономірності адаптації до м'язової роботи у різних видах спорту.....	38
Термінова адаптація.....	40
Довгочасна адаптація.....	42
Тренувальний ефект.....	43
Біологічні принципи спортивного тренування.....	45
Біохімічні зміни в організмі спортсменів у передстартовому стані	54
Вплив середньогір'я на біохімічні зміни у спортсменів на тренуваннях і змаганнях	57

Біохімічні основи спортивної працездатності у різних видах спорту	61
Компоненти спортивної працездатності	61
Структурно-функціональні основи компонентів працездатності	63
Біохімічне обґрунтування спортивно-педагогічних методів розвитку компонентів працездатності	73
Біохімічний контроль функціонального стану організму спортсменів при заняттях різними видами спорту	78
Біохімічне обґрунтування використання фармакологічних засобів для підвищення працездатності спортсменів різних видів спорту	95
Загальна характеристика фармакологічних засобів підвищення працездатності	95
Біохімічна характеристика окремих класів фармакологічних засобів	97
Література	124

Формат 60х84/16. Ум. друк. арк. 7.44. Тир. 100 прим. Зам. № 371-21.
Підписано до друку 17.06.2021. Папір офсетний.

Надруковано з макету замовника у ФОП Бровін О.В.
61022, м. Харків, вул. Трінклера, 2, корп.1, к.19. Т. (066) 822-71-30
Свідоцтво про внесення суб'єкта до Державного реєстру
видавців та виготовників видавничої продукції серія ДК 3587 від 23.09.09 р.



СТИЛЬ-ИЗДАТ®
ТИПОГРАФИЯ
www.stil-izdat.com