ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

Кафедра біохімії та гігієни

Трач В.М.

Сибіль М.Г.

Гложик І.З.

Біохімічні фактори втоми та процесів відновлення

Лекція з навчальної дисципліни

„Біохімічні основи спорту”

для студентів ІІІ курсу

спеціальності 017 Фізична культура і спорт

“ЗАТВЕРДЖЕНО”

на засіданні кафедри

біохімії та гігієни

„31” серпня 2018 р. протокол № 1

Зав.каф ___д.б.н. Борецький Ю.Р.

Тема: біохімічна характеристика втоми та процесів відновлення

План

1. Сучасні теорії пояснення виникнення втоми.
2. Біохімічні фактори втоми при виконанні короткочасних вправ максимальної і субмаксимальної потужності та при виконанні довготривалих вправ великої і помірної потужності.
3. Динаміка біохімічних процесів відновлення після м'язової роботи.
4. Послідовність відновлення енергетичних запасів після м'язової роботи.
5. Усунення продуктів розпаду в період відпочинку після м'язової роботи
6. Використання особливостей протікання відновних процесів при побудові спортивного тренування.

Втома - це тимчасове зниження працездатності, що виникає в процесі виконання вправи і сигналізує про наближення несприятливих біохімічних і функціональних зрушень в організмі, що приводить до відмовлення віл продовження роботи або значному зниженню її потужності. Іншими словами, це стан організму, який виникає внаслідок тривалої і напруженої діяльності і характеризується зниженням працездатності.

Втому не слід плутати з втомленістю. Втома об’єктивна і проявляється саме у зниженні працездатності. Втомленість суб’єктивна. Відчуття втомленості може не супроводжуватись зниженням працездатності. І, навпаки, при втомі, що супроводжується зниженням працездатності, може бути відсутнє почуття втомленості. Так, у стані високого емоційного підйому, і людина і тварина здатні проявляти високу працездатність, зовсім недосяжну за звичайних умов.

Втома – це і наслідок змін, викликаних інтенсивною або тривалою активністю, і захисна реакція, яка запобігає розвитку в організмі надмірних, небезпечних, або навіть несумісних з життям змін.

В залежності від виду роботи механізми втоми суттєво відрізняються. Виділяють *розумову,* втому, яка виникає при тривалій розумовій роботі (гра в шахи й ін.); *сенсорну* - втому органів чуття, яка виникає при стрільбі, швидкісному гірськолижному спуску, слаломі й ін.; *емоційну,* що виникає при роботі з високим емоційним підйомом (спортивні ігри); *фізичну,* що наступає при тривалій напруженій фізичній діяльності.

Залежно від кількості м'язів, охоплених фізичною втомою, вона може мати *локальний* (не більш 1/3 усіх м'язів), *регіональний* (від 1/3 до 2/3) і *глобальний*, або *загальний* (більш 2/3 усіх м'язів), характер.

Локальна (місцеве) втома наступає в основному після швидкісної роботи максимальної інтенсивності, супроводжується порушенням біохімічного стану працюючих м'язів, зниженням надходження до них ацетилхоліну і може бути переборена вольовим зусиллям людини.

При *регіональній* і *глобальній* втомі в організмі порушуються функції органів дихання, кровообігу, накопичується велика кількість проміжних продуктів обміну речовин, що значною мірою знижує працездатність людини, а в деяких випадках порушує координацію її рухів.

Переважна більшість видів спорту є м’язовою діяльністю глобального характеру. Розвиток втоми, що виникає при виконанні роботи, залежить від багатьох внутрішніх і зовнішніх чинників. У комплексі причин, що приводять до розвитку втоми, роль ведучої ланки може приймати на себе будь-який орган або функція, можливості яких в певний момент роботи стають неадекватними вимогам навантаження, що виконується.

Провідна роль у розвитку втоми відводиться змінам у відділах центральної нервової системи, які ведуть до виникнення в них захисного охоронного гальмування. Причини цих змін дуже різноманітні і зосереджені як у самих нервових центрах, так і на периферії. Вони пов’язані, по перше, з діяльністю нервових центрів по формуванню рухових імпульсів; по друге, з переробкою нервовими центрами імпульсів, що надходять з периферії, головним чином з пропріорецепторів, інформуючи ЦНС про форми руху, їх

інтенсивність, та хеморецепторів, які інформують про хімічні зміни у працюючих м’язах, крові, інших органах і тканинах; по третє, з діяльністю нервових центрів по забезпеченню напруженої роботи органів і тканин, що обслуговують м’язову діяльність (серцево-судинної і дихальної).

Напружена діяльність нервових центрів призводить до порушення у них обміних процесів і, в першу чергу, викликає неузгодженість процесів розпаду і ресинтезу АТФ, що приводить до зниження співвідношення АТФ/АДФ і вмісту креатин фосфату. У нервових клітинах і порушується синтез ацетилхоліну в синансах, у результаті чого порушується формування рухових імпульсів і передача їх до працюючих м'язів центральною нервовою системою. Сповільнюється швидкість перетворення електричного сигналу в хімічний у синаптичній щілині, розвивається захисне охоронне гальмування, пов'язане з змінами вмісту ГАМК (γ-аміномасляна кислота). Якщо цей процес відбувається у невеликій ділянці кори головного мозку, то наступає локальна втома (почуття втоми руки, окремої групи м'язів). При більш широкому поширенні процесу виникає почуття загальної втоми.

Виникнення охоронного гальмування пояснюють дві гіпотези. Перша базується на факті зниження збудливості центральної нервової системи при зниженні рівня АТФ. Згідно цієї гіпотези, збільшення співвідношення АДФ/АТФ веде до зниження специфічної функціональної активності нервової клітини і переключення потоку енергії на пластичні процеси. Згідно другої гіпотези, основою розвитку охорного гальмування є підвищення рівня ГАМК у нервових структурах. ГАМК є нормальним метаболітом нервової тканини. Проте, напрям зміни вмісту цього метаболіту залежить від інтенсивності і тривалості роботи. ГАМК генерується шляхом декарбоксилювання глютамінової кислоти, далі, дезамінуючись, через стадію янтарної кислоти, окислюється у циклі трикарбонових кислот. У фазі м’язової діяльності, що передує розвитку охоронного гальмування, генерування ГАМК посилюється, а ліквідація знижується. Проте, підвищення рівня ГАМК не є первинним ефектом, а наслідком зниження активності сукцинатдегідрогенази і, відповідно, окиснення янтарної кислоти. Отже, речовина, що викликає гальмівний ефект,

накопичується у результаті порушення нормального протікання окисних процесів. Роль ГАМК пов’язана з зміною проникності клітинних мембран (для іоів К+), що зумовлює зміну амплітуди і полярності дендритних потенціалів, блокує аксо-дендритні синапси нейронів кори, вступаючи у конкурентні стосунки з медіатором нервового збудження – ацетилхоліном.

Отже, залежно від конкретних умов м'язової діяльності і індивідуальних особливостей організму першопричиною втоми можуть бути: зміна нервової і гормональної регуляції, зниження енергетичних ресурсів і активність основних ферментів в працюючих м'язах, накопичення кінцевих продуктів обміну; порушення цілісності функціонуючих структур через недостатність їх пластичного забезпечення.

Не дивлячись на певні спільні риси, втома, викликана роботою різної інтенсивності та різної тривалості має і свої особливі риси.

Біохімічні чинники виникнення втоми при виконанні короткочасних вправ максимальної і субмаксимальної потужності

При короткотривалій м’язовій роботі високої інтенсивності втома пов’язана із змінами у ЦНС, що виникають у результаті її діяльності по формуванні рухових імпульсів та переробці імпульсів, котрі надходять з периферичних пропріорецепторів. Ці зміни полягають у зниженні вмісту у відповідних центрах ЦНС макроегргічних фосфорних сполук – АТФ та креатин фосфату і накопичення продуктів їх розпаду – АДФ, креатиу, фосфорної кислоти. Це утруднює формування рухових нервових імпульсів, веде до виникнення охоронного гальмування. Однак, чим менша тривалість вправи і чим вища його інтенсивність, тим більше значення в розвитку втоми набувають чинники, пов'язані з особливостями м'язової роботи, що виконується. При виконанні короткотривалих вправ максимальної і субмаксимальної потужності початковий прояв основних ознак втоми пов'язаний з особливостями протікання біоенергетичних процесів в працюючих м'язах, спрямованих на підтримку високої швидкості ресинтезу АТФ. У дослідженнях, проведених на тваринах, встановлено, що виконання короткотривалої роботи максимальної та

субмаксимальної потужності приводить до різкого зниження рівня АТФ у м’язах при одночасному підвищенні рівня АДФ, зниження креатинфосфату, зниження глікогену. Зміна показників механічної продуктивності в цих видах вправ виявляється, як правило, в момент, коли запаси КрФ в працюючих м'язах вичерпуються більш ніж на половину початкових значень. Через процеси гліколізу зростає концентарція лактату і значно знижується внутрішньоклітинний рН. Як відомо, від рН середовища суттєво залежить активність ферментів.

Однак, дія молочної кислоти не обмежується її впливом на активність ферментів. Молочна кислота знижує скортливу здатність білків, впливає на осмотичні процеси у м’язах, викликаючи набухання м’язового волокна внаслідок переміщення у нього частини води з міжклітинної рідини та крові. Молочна кислота впливає на структуру мітохондрій, в результаті чого знижується їх проникність для кисню та порушується спряженість окиснення та фосфорилювання. Молочна кислота легко дифундує в кров та поширюється по всьому організму, попадаючи у всі тканини, на які здійснює аналогічну дію.

Найбільші зміни і найтіснішу залежність з виникаючими при втомі зсувами в показниках сили і потужності виявляють концентрації АДФ, H^+ і лактату. Зміни концентрації приведених вище метаболітів здійснюють виражений інгібуючий вплив на АТФ-азу міозину, основний фермент, від якого залежить ефективність перетворення енергії макроергічних фосфатних зв'язків АТФ в механічну роботу м'язів. Отже, *утворення АДФ і накопичення іонів H^+ при скорочувальній активності м'язів потрібно розглядати як головні чинники, що відповідальні за розвиток втоми при виконанні короткочасних інтенсивних вправ.* При цьому активність окисних ферментів вірогідно не змінюється.

Біохімічні чинники виникнення втоми при виконанні тривалих вправ великої і помірної потужності

При виконанні тривалих вправ великої і помірної потужності причини, що призводять до виникнення втоми, носять комплексний характер. В першу чергу, це зміни, пов’язані з зниженням рівня енергозабезпечення працюючих

м'язів, зміни, пов’язанф з білковим обміном, гормональною діяльністю, водно-сольовим обміном. Енергетичне забезпечення тривалої роботи великої і помірної потужності здійснюється перважно за рахунок аеробного механізму претворення енергії. Як енергетичні субстрати використовуються як вуглеводневі ресурси організму так і ліпіди. Анаеробні джерела енергії (КрФ і глікоген) впливають на енергетику роботи тільки в тих видах довготривалих вправ, відносна потужність яких перевищує значення лактатного і креатинфосфатного порогів, локалізованих на рівні 60-75 % МСК.

Для мобілізації енергетичних ресурсів організму велике значення має гормональна активність організму, зокрема адреналін та глюкагон, інсулін. Їх вплив на енергетичні депо повинен зберігатися впродовж всієї роботи. Однак, зниження продукції гормонів під час довготривалої роботи великої та помірної потужності знижують можливості організму до мобілізації енергетичних субстратів, а відповідно, до зниження працездатності.

У широкому діапазоні зусиль при тривалій роботі значна частка в ресинтезі АТФ припадає на окиснення вуглеводів. Окислення жирів характерне тільки для вправ, відносна потужність яких не перевищує 50% рівня максимального споживання кисню. У зв'язку з характером енергетичного забезпечення, що змінюється при тривалій роботі змінюється і динаміка основних біохімічних показників крові. Вміст глюкози в крові в процесі виконання тривалої роботи помітно знижується у випадку, коли тривалість вправи перевищує 90 хв. Вміст молочної кислоти і вільних жирних кислот в крові зберігається на рівні спокою доти, доки не буде досягнуте значне вичерпання вуглеводних ресурсів організму. З цього моменту вміст цих метаболітів у крові виявляє тенденцію до підвищення.

Особливий вплив на працездатність при тривалій роботі здійснюють зміни в білковому обміні. Неузгодженість процесів розпаду і синтезу білків веде . з одного боку, до зниження вімсту важливих для забезпечення роботи білків (структурних, білків-ферментів), з другого боку – до накопичення в організмі продуктів білкового метаболізму (сечовини, аміаку, сечово кислоти та ін.). Ці

зміни відображаються на енергетичному обміні, знижуючи продукцію енергії за рахунок аеробного процесу і поширюються як на м’язи, так і на тканини мозку.

В організмі накопичуються продукти проміжного обміну ліпідів: β-оксимасляна кислота, ацетооцтова кислота, ацетон.

Таким чином, *конкретні причини виникнення втоми при тривалій роботі можуть бути зумовлені нездатністю працюючих м'язів підтримувати задану швидкість ресинтезу АТФ через зниження енергетичних запасів, а також порушеннями в діяльності ЦНС через накопичення продуктів білкового метаболізму, кетонових тіл, дегідратацію, зсув електролітного балансу організму, гіпертермію, зміни в діяльності серцево-судиної та дихальної систем.*

При виконанні будь-якої вправи можна виділити основні, ланки обміну речовин, що найбільш навантажуються і функції систем організму, можливості яких і визначають здатність спортсмена виконувати вправи на необхідному рівні інтенсивності і тривалості. Це можуть бути регуляторні системи (ЦНС, вегетативна нервова, нейрогуморальна), системи вегетативного забезпечення (дихання, кровообіг, кров) і виконавча (рухова) система.

Комплексний аналіз проблеми втоми в спорті, переконливо показав, що втому потрібно розглядати як наслідок виходу з ладу будь-якого компонента в складній системі органів і функцій або як порушення взаємозв'язку між ними. Ведучою ланкою в розвитку втоми може стати будь-який орган і його функція, якщо виявиться невідповідність між рівнем фізичного навантаження і його функціональними резервами.

З'ясування механізмів втоми відіграє важливу роль в практиці спорту для обгрунтування основних положень спортивного тренування.

Біохімічна характеристика процесів відновлення при м'язовій діяльності

Біохімічні зміни в організмі людини, викликані виконанням вибраної вправи, не обмежуються тільки часом роботи, а розповсюджуються також на

значний період часу відпочинку після завершення роботи. Такі біохімічні наслідки вправи звичайно називаються "відновленням". У цей період здійснюється перехід метаболізму від катаболічних процесів, що відбуваються в працюючих м'язах під час вправи, до процесів анаболічіюї спрямованості, що сприяють відновленню зруйнованих при роботі клітинних структур, заповненню витрачених енергетичних ресурсів і відновленню порушеної ендокринної і водно-електролітної рівноваги організму.

За характером фізіологічних чи біохімічних процесів виділяють : *поточне* відновлення, *термінове, віддалене* і *довготривале*.

Поточне відновлення це відновлення, яке має місце під час роботи. Воно полягає у частковому відновленні використаних енергетичних запасів у найбільш активно працюючих органах, головним чином, за рахунок перерозподілу речовин в організмі: підтримці гомеостазу шляхом усунення надлишків продуктів розпаду з працюючих органів, збереженні постійності активної реакції внутрішнього середовища організму, встановленні стаціонарних станів у споживанні та витраті різних метаболітів, в тому числі і кисню. При поточному відновленні до робочі фізіологічні і біохімічні співвідношення в організмі не досягаються, однак забезпечується можливість продовжувати роботу без різких зсувів у внутрішньому середовищі організму. Характер поточного відновлення визначається, в основному, потужністю виконуваного фізичного навантаження. У найбільшій мірі компенсація енергетичних запасів у працюючих скелетних м’язах, міокарді, головному мозку, підтримка гуморальної рівноваги може відбуватися при фізичних навантаженнях помірної потужності, одночасно забезпечується підтримка цієї потужності на постійному рівні.Чим інтенсивніше навантаження,тим більша невідповідність виникає між енергетичним запитом роботи і можливостями поточного відновлення, і тим швидше наступає стан втоми.

Фаза *термінового* відновлення охоплює перші 30 хв після закінчення вправи і пов'язана з відновленням внутрішньом'язових ресурсів АТФ і креатинфосфату, а також з поверненням алактатного компоненту кисневого

боргу. Після закінчення роботи має місце надлишкове, порівняно із станом спокою, споживання кисню, яке називається ”кисневим боргом”. Після помірних навантажень відбувається швидке зниження споживання кисню. Вже через декілька хвилин воно повертається до робочого рівня. Після інтенсивної роботи споживання кисню спочатку знижується так само швидко, як після помірної роботи, а потім темпи його сповільнюються, і впродовж двох годин і більше споживання кисню залишається підвищеним. Навіть коли встановлюється постійний рівень споживання, він може бути дещо вищим, ніж до роботи, що пов’язано з необхідністю енергетичного забезпечення анаболічних реакцій. Таким чином, зниження рівня споживання кисню проходить через дві фази: швидку з половинним часом (час, за який швидкість його знижується на половину) біля 30с, і повільну – з половинни часом 20-30хв. Ці фази називають швидким (“алактатним”) та повільним (“лактатним”) компонентами ”кисневого боргу”.

У фазі *віддаленого* відновлення, що продовжується від 0,5 до 6-12 год після закінчення вправи, відбувається відновлення витрачених вуглеводних і жирових резервів, повернення до початкового стану водно-електролітної рівноваги організму.

У фазі *довготривалого* відновлення, яке може продовжуватися до 2-3 діб, посилюються процеси протеїносинтезу і відбуваються формування і закріплення в організмі адаптаційних зсувів, викликаних виконанням вправи. Кожна фаза відновлення має свої особливості в динаміці виникаючих метаболічних процесів.

Динаміка біохімічних процесів відновлення після м'язової роботи

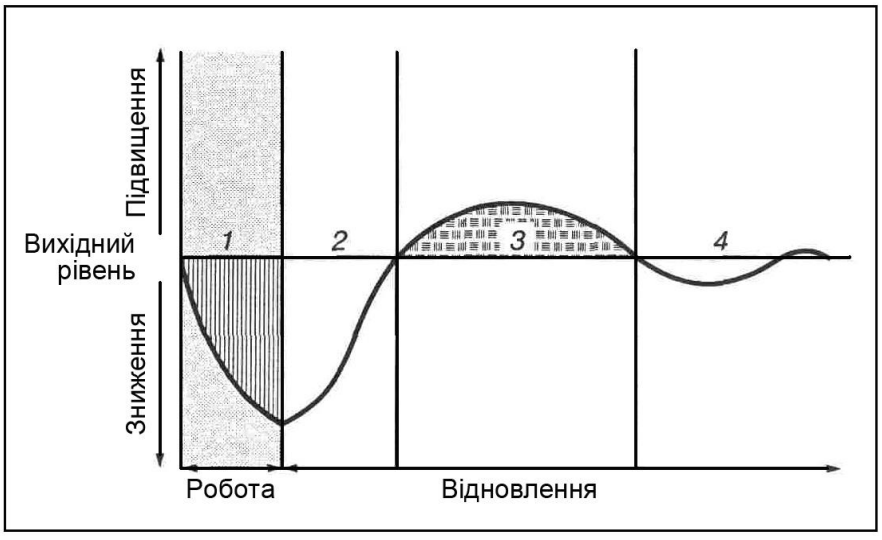
У період відпочинку після роботи біохімічні зміни, що відбулися в м'язах і інших органах під час виконання вправи, поступово зникають. Найбільш виражені зміни виявляються в сфері енергетичного обміну. У процесі роботи в м'язах і інших тканинах знижується об'єм енергетичних субстратів (КрФ, глікогену, а при тривалій роботі і ліпідів) і підвищується вміст продуктів внутрішньоклітинного метаболізму (АДФ, АМФ, H_3PO_4, молочної кислоти,

кетонових тіл). Накопичення продуктів "робочого" метаболізму і посилення гормональної активності стимулюють окисні процеси в тканинах у період відпочинку після роботи, що сприяє відновленню внутрішньом'язових запасів енергетичних речовин, приводить в норму водно-електролітний баланс організму і забезпечує індуктивний синтез білків в органах, які піддавалися впливу навантаження.

Процеси відновлення в період відпочинку після м'язової роботи протікають з різною швидкістю і завершуються в різний час. Дане явище носить назву явища *гетерохроності*. Швидше всього відновлюються резерви O_2 і КрФ у м'язах, що працювали, потім внутрішньом'язові запаси глікогену і глікогену печінки і в останню чергу - резерви жирів і зруйновані при роботі білкові структури.

Інтенсивність протікання відновних процесів і терміни заповнення енергетичних запасів організму залежать від інтенсивності їх витрачання під час виконання вправи (правило Енгельгардта). Інтенсифікація процесів відновлення призводить до того, що в певний момент відпочинку після роботи запаси енергетичних речовин перевищують їх вихідний рівень. Це явище отримало назву суперкомпенсації, або надвідновлення. Уперше така закономірність була встановлена в минулому сторіччі К. Вейгертом і названа *законом суперкомпенсації, який* формулюється таким чином.

Будь-яка біохімічна система, виведена зі стану динамічної рівноваги, повертається до нього, проходячи фазу надлишкового, переважаючого вихідний рівень відновлення хімічних і функціональних потенціалів.



Суперкомпенсація ри відновленні

енергетичних ресурсів в період відпочинку після виснажливої роботи:

1 – фаза виснаження;

2 – фаза відновлення;

3 – фаза над відновлення;

4 – фаза втраченого стану

Дане явище не тривке: після фази значного перевищення початкового рівня об'єм енергетичних речовин поступово повертається до норми. Чим більше витрата енергії при роботі, тим швидше відбувається ресинтез енергетичних речовин і тим значніше перевищення початкового рівня в фазі суперкомпенсації. Однак, необхідно зазначити, що це правило застосовне лише в обмежених межах. При виснажливій, надмірній роботі, пов'язаній з дуже великою витратою енергії і накопиченням продуктів розпаду, швидкість відновних процесів може знизитися, а фаза суперкомпенсації буде досягнута в більш пізні терміни і виражена в меншій мірі.

Тривалість фази суперкомпенсації залежить від загальної тривалості виконання роботи і глибини біохімічних зсувів, що викликані нею в організмі. Після потужної короткочасної роботи ця фаза наступає швидко і швидко завершується. Наприклад, при відновленні внутрішньом'язових запасів КрФ вона виявляється вже на 3-4-й хвилині відпочинку і завершується через 1,5-2 год після завершення вправи; відновлення АТФ відбувається ще швидше, оскільки здійснюється за рахунок енергії аеробного метаболізму. При ви конанні тривалих вправ, коли має місце виражений ацидоз через посилення гліколізу в працюючих м'язах, суперкомпенсація КрФ наступає тільки через 12 хв після закінчення вправи і продовжується протягом декількох годин. Причини явища суперкомпенсації пов'язані з підвищенням концентрації гормонів анаболічної дії в період відпочинку після роботи і індукцією ними синтезу білків-ферментів, контролюючих процеси відновлення енергетичних ресурсів у скелетних м'язах.

Усунення продуктів розпаду в період відпочинку після м'язової роботи

Молочна кислота, що утворюється в працюючих м'язах внаслідок посилення анаеробного гліколізу, зазнає окислювальної нейтралізації в перші хвилини відпочинку після закінчення вправи. У початковий період відновлення концентрація молочної кислоти в працюючих м'язах перевищує її концентрацію в крові, потім відбувається швидкий відтік молочної кислоти, що нагромадилася в м'язах за час в роботи. Звичайно до 7-10-ї хвилини відновного періоду концентрація молочної кислоти в м'язах і крові досягає рівноваги, а на більш пізніх етапах відновлення (від 20 хв і далі) її концентрація в крові перевищує вміст лактату в м'язах. У цей період м'язи стають основним місцем окислювального усунення надлишку молочної кислоти, що нагромадилася в організмі. Частина молочної кислоти (понад 60 %), що утворилася за час роботи, зазнає повного окислення до CO_2 і води. За рахунок енергії аеробного окислення, частина молочної кислоти що виділилася (до 20 % загальної кількості, що утворилася за час роботи) перетворюється у глікоген в ході процесу глюконеогенезу, а інша частина використовується для новоутворення амінокислот і в подальшому може бути виявлена в складі тканинних білків, що знову синтезуються, і тільки незначна її частина виділяється з сечею і потом.

На рівні з усуненням молочної кислоти в період відпочинку після завершення роботи відбувається повернення до початкових значень вмісту в м'язах і крові інших найважливіших метаболітів аланіну, піровиноградної кислоти, аміаку, неорганічного фосфату, водневих іонів, а також відновлюються запаси O_2 депонованого в міоглобіні червоних м'язових волокон.

Аланін і піровиноградна кислота, що утворюються в працюючих м'язах, в період відпочинку після закінчення вправи використовуються для синтезу глюкози в процесі глюконеогенезу. Ряд інших амінокислот можуть перетворюватися в аланін з участю глутамату, і цей метаболічний шлях

служить для підтримки постійності концентрації глюкози в крові і відновлення запасів глікогену в м'язах і печінці.

Виконання інтенсивних вправ протягом тривалого часу приводить до посилення розпаду білків у працюючих м'язах, внаслідок чого в м'язах і крові збільшується концентрація кінцевого продукту білкового розпаду аміаку. Максимальна концентрація аміаку в крові після напруженої м'язової роботи звичайно досягається на 5-6-й хвилині відновного періоду і швидко зменшується зі збільшенням часу відпочинку.

Після інтенсивної м'язової діяльності в крові збільшується концентрація іонів водню. Динаміка цих змін дзеркально відображає картину змін концентрації молочної кислоти. Найбільші концентрації H^+ спостерігаються протягом перших 2-3-х хвилин відпочинку після закінчення роботи і повертаються до нормальних значень протягом 20 хв відновлення.

Подібна картина спостерігається у змінах концентрації неорганічного фосфату в крові. Динаміка неорганічного фосфату в період відпочинку після інтенсивної вправи тісно пов'язана зі швидкістю ресинтезу КрФ у працюючих м'язах. Якщо виконання роботи супроводжувалося значним потовиділенням, то у відновному періоді поновлюються тканинні запаси води і мінеральних солей, які повинні доставлятися з продуктами живлення.

Міоглобінові запаси кисню швидко заповнюються протягом перших хвилин відновлення після завершення роботи.

Використання особливостей протікання відновних процесів при побудові спортивного тренування

Закономірності протікання відновних процесів лежать в основі функціональних можливостей організму людини при систематичному виконанні фізичних вправ. Для зростання працездатності тренувальні навантаження повинні бути досить інтенсивними, часто близькими до максимальних величин на рівні тренованості. Необхідно, щоб навантаження викликали істотні зсуви у внутрішньому середовищі організму, значну

активацію регуляторних механізмів, що забезпечують підтримку гомеостазу, і посилення мобілізації енергетичних і пластичних резервів організму. Результатом впливу таких фізичних навантажень стає перехід на новий рівень працездатності, коли робота більшої потужності і тривалості може виконуватися з меншими енерговитратами, меншим порушенням гомеостазу, кращою здатністю підтримувати сталу концентрацію АТФ у працюючих органах. При цьому тренувальне навантаження не повинно бути надмірним, це різко сповільнює швидкість відновних реакцій.

Чергування тренувальних занять повинно здійснюватися таким чином, щоб фізичні навантаження, спрямовані на розвиток певної рухової якості спортсмена і його біохімічних механізмів, задавалися через проміжки часу, що забезпечують суперкомпенсацію основної функції, а навантаження іншої спрямованості, що застосовуються в цей період, не впливали негативно на відновлення основної функції. У фазі суперкомиенсації певного енергетичного джерела, що поєднується з високою активністю регуляторних механізмів, створюються більш сприятливі умови для виконання повторної роботи з більшою інтенсивністю або в більшому обсязі.