

РОЗДІЛ 6

БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ І ЗАКОНОМІРНОСТІ СПОРТИВНОГО ТРЕНУВАННЯ.

Спортивне тренування - це складний педагогічний процес, який пов'язаний із застосуванням системи міроприємств, яка забезпечує ефективне розв'язання завдань фізичного розвитку, навчання і виховання моральних, вольових, інтелектуальних і рухових якостей. Так розглядає його теорія фізичного виховання.

Визначаючи спортивне тренування з біологічних позицій, можна констатувати, що воно являється активною адаптацією, пристосуванням людини до інтенсивної м'язової діяльності, яке дозволяє їй розвивати великі м'язові зусилля і виконувати роботу більшої інтенсивності і тривалості. Така адаптація стосується перш за все процесів регуляції і координації функцій при виконанні фізичних вправ і супроводжується глибокими функціональними змінами в організмі, які вивчаються фізіологією спорту. В основі цих функціональних змін лежать зміни біохімічні, так як всяка зміна функцій є зміною обміну речовин даної тканини або даного органу і, накінець, організму в цілому.

Тому природньо, що біохімічні зміни, які відбуваються в організмі під впливом тренування, не обмежуються тільки м'язовою системою, а розповсюджуються на всі тканини і органи кров, кісткову систему, печінку, серце, центральну нервову систему і т.д.

Вплив тренування на біохімічну перебудову м'язів.

Ще Ж.Б.Ламарк, а пізніше В.Ру і П.Ф.Легафт переконливо показали значення вправ для розвитку органів. Причому В.Ру висловив думку, що в працюючих тканинах завдяки трофічному подразненню процес асиміляції починає посилюватися і переважати над процесом дисиміляції, що і призводить до перебудови працюючого органу.

У світлі даних сучасної фізіології, це положення може бути зрозумілим таким чином, що діяльність органу, зв'язане зі змінами в обміні речовин, в свою чергу, служить подразником, який за механізмом рефлексу викликає додатковий вплив нервової системи на працюючий орган. Здійснюються ці трофічні впливи як через вегетативні, так і через соматичні нерви.

Так, якщо м'язи позбавити симпатичної іннервації шляхом хірургічного видалення черевного симпатичного ланцюга, то біохімічні зміни, які викликані тренуванням, будуть в них виражені слабше, ніж у м'язах зі збереженою симпатичною іннервацією.

Те саме спостерігається і в м'язі серця після блокування гілочок блукаючого нерва.

Якщо у тварини затиснути пінцетом один сідничий нерв, позбавляючи його таким чином здатності проводити нервові імпульси, а потім піддати тварину експериментальному тренуванню, то в м'язах кінцівки із збереженою іннервацією буде поступово збільшуватиметься вміст глікогену, а в м'язах денервованої кінцівки - не буде. Коли в пошкодженому нерві відновиться прохідність, вміст глікогену в м'язах, що ним іннервуються відразу підвищиться до того ж рівня, що і в м'язах кінцівки із збереженою іннервацією. Це підтверджує значення нервових впливів для біохімічної перебудови м'язів.

Що стосується безпосередньо хімізму біохімічної перебудови м'язів під впливом тренування, то в основі його лежить взаємозалежність процесів витрат і відновлення функціональних і енергетичних потенціалів м'язу.

На основі літературних даних і попереднього розділу, можна підсумувати, що однією з біохімічних основ зміни організму під впливом тренування є підвищення активності ферментативних систем і надвідновлення джерел енергії, затраченої під час роботи. Так як і те і інше зберігається протягом деякого часу після закінчення роботи, наступна робота відбувається у більш вигідних біохімічних умовах і, в свою чергу, сприяє подальшому підвищенню функціонального рівня. Це підтверджується вивченням хімізму м'язів при повторній роботі, яка виконується у фазі надвідновлення після попередньої роботи. Після такої повторної роботи вміст глікогену і креатинфосфату, а також активність ферментів виявляються суттєво вищими ніж після роботи, яка відбувалася протягом тривалого періоду відносного спокою.

Явища надвідновлення розповсюджуються не тільки на джерела енергії, але і на м'язові білки, які в певній мірі використовуються під час роботи. Ресинтез м'язових білків, який проходить під час відпочинку і синтез їх з продуктів розщеплення резервних білків печінки, які транспортуються до м'язів кров'ю, лежать в основі збільшення білкової маси м'язів, тобто їх робочої гіпертрофії, що настає під впливом тренування.

Мабуть, такий же механізм лежить в основі збільшення вмісту деяких ферментів. Дослідженнями білкових фракцій м'язів було встановлено, що при інтенсивній м'язовій діяльності зменшується вміст фракцій, які включають фосфорилазу і деякі ферменти гліколізу. В період відпочинку кількість цих білкових фракцій збільшується, перевищуючи вихідний рівень. Збільшується при цьому активність ферментів гліколізу і синтезу глікогену.

Крім цього, в м'язах відбувається і ряд інших біохімічних змін, багато з яких не вдається виявити після одноразової роботи, але які чітко виявляються при більш тривалих систематичних вправах. В м'язах підвищується вміст міоглобіну - запасного резерву кисню, а також вміст інших органічних речовин і мінеральних елементів, які є компонентами субклітинних структур (ліпоїди), або є активаторами тих чи інших

ферментних систем (глутатіон, аскорбінова кислота, карнозин, ансерин, мінеральні елементи), або матеріалами для побудови багатих енергією фосфорних сполук (креатин), або ж сполуками, що забезпечують під-ищення буферних властивостей організму (мінеральні елементи).

Шляхи підвищення вмісту цих речовин у м'язах можуть бути різні. По-перше, це описана вище суперкомпенсація вмісту речовин, витрачених при м'язовій діяльності, яка має незначну (в межах аналітичної похибки) величину після одноразової роботи і може бути виявлена лише після підсумкового ефекту багатократних вправ (збільшення вмісту ліпоїдів). По-друге, можлива підвищена затримка тканинами речовин, які надходять з їжею, перерозподіл їх між органами або зменшення виділення їх організмом. Це стосується перш за все мінеральних іонів. Накінець, причиною збільшення вмісту ферментів може бути субстратна індукція їх синтезу; підвищене утворення того чи іншого метаболіту при м'язовій діяльності, що перевищує "пропускну здатність" тої чи іншої ферментної системи, стимулює синтез відповідного фермента.

Таким чином, тренуючий ефект, спричинений фізичними вправами, може проявитися безпосередньо після його виконання (терміновий тренуючий ефект), проявляється в наступні дні (відставлений ефект) або ж бути наслідком біохімічних змін, які поступово нагромаджуються в процесі тренування (кумулятивний ефект).

Резюмуючи сказане, слід підкреслити, що у м'язі в результаті роботи відбуваються біохімічні зміни, які внаслідок притаманним їм закономірностям неминуче тягнуть за собою підвищення функціонального рівня. При цьому правильне розуміння хімізму дії вправи на організм можливе лише при розгляді роботи і відпочинку як єдиного процесу. Біохімічна перебудова, яка почалася під час роботи, закінчується в період відпочинку.

Вплив м'язової діяльності на внутрішні органи і нервову систему.

Викликані вправою біохімічні зміни в організмі спостерігаються не лише у скелетних м'язах, але і в міокарді, печінці інших органах і тканинах і, що найголовніше, - в головному мозку.

В печінці під час відпочинку відбувається відновлення вуглеводних запасів. Якщо при цьому вуглеводи надходять в організм з їжею, то рівень вмісту глікогену перевищує вихідний.

В міокарді під час м'язової роботи збільшується активність ряду ферментів вуглеводного обміну (гексокінази, фосфорилази, лактатдегідрогенази), що призводить до збільшення використання цукру і молочної кислоти. Під час відпочинку збільшується вміст глікогену і міозину.

Біохімічні сліди, викликані в головному мозку фізичними вправами, вивчені ще недостатньо. Але відомо, що систематична м'язова діяльність (експериментальне тренування) викликає в ньому біохімічні зміни: призводить до збільшення активності дегідрогеназ і гексокінази - важливих ферментів енергетичного обміну, а також до розширення буферних властивостей тканини мозку, причому все це особливо виражене в рухових зонах кори.

В даний час ми ще дуже далекі від того, щоб пов'язати ці біохімічні зміни з наступаючими під впливом тренування змінами в нервовій діяльності. Можна лише констатувати, що біохімічні умови функціонування центральної нервової системи під впливом тренування дещо змінюються, а це в свою чергу, сприяє кращому збереженню стабільності умов внутрішнього середовища головного мозку при інтенсивній м'язовій діяльності.

Біохімічне обґрунтування принципів спортивного тренування.

Біохімічне обґрунтування принципів спортивного тренування - повторності і регулярності виконання вправ, правильності співвідношення роботи і відпочинку і поступового збільшення навантажень.

Підвищення енергетичних і функціональних потенціалів, що має місце в період відпочинку, змінюється потім поверненням їх до початкового, доробочого рівня. Відповідно, одноразове фізичне навантаження не може дати стійкого тренуючого ефекту. (Див.схема 1). Звідси впливає перший принцип спортивного тренування - повторність виконання вправ.

Щоби отримати під впливом тренування стійке підвищення працездатності, наступну роботу слід починати не в будь-який час, а у фазі суперкомпенсації після попередньої роботи. Якщо повторну роботу всякий раз починати у фазі неповного відновлення, то результатом її буде прогресивне виснаження. Якщо ж вона буде починатися після закінчення фази суперкомпенсації, коли сліди попередньої роботи вже згладились, оложення виявиться стаціонарним.

Із сказаного можна вивести положення про другий принцип тренування - її регулярність, що має в основі повторення роботи в найбільш вигідному для організму стані після попередньої роботи.

В межах одного заняття вправи повторюються найчастіше в фазі неповного відновлення. Наприклад, суть інтервального методу тренування (збільшення навантажень при незмінному інтервалі відпочинку або зменшення інтервалів відпочинку при постійній величині навантаження) полягає саме в тому, щоб у результаті повторних навантажень в фазі неповного відновлення виробити

адаптацію організму до тих функціональних і біохімічних зсувів, які викликають виконання даної справи змагання. При проведенні основних тренувальних занять слід передбачати такий період відпочинку, який забезпечував би початок наступного уроку у фазі суперкомпенсації після попереднього.

Вже було сказано, що час появи, величина і тривалість суперкомпенсації залежить від інтенсивності і величини витрат енергетичних потенціалів. Тому після роботи різного характеру і різної тривалості фаза суперкомпенсації настає в різний час і має неоднакову тривалість. Звідси випливає **т р е т і й п р и н ц и п т р е н у в а н н я** - правильне співвідношення роботи і відпочинку. Кожна робота, кожна фізична вправа вимагають досконалого визначення періоду відпочинку, який обумовлений величиною і характером навантажень.

Ця вимога тим більше важлива, поскільки навіть після однієї і тієїж роботи суперкомпенсація різних біохімічних інгредієнтів м'язів настає в різний час (**п р и н ц и п г е т е р о х р о н н о с т і б і о х і м і ч н о ї р е с т и т у ц і ї**). Так, наприклад, суперкомпенсація в м'язах креатинфосфату настає порівняно швидко і також швидко проходить; суперкомпенсація глікогену настає дещо пізніше, але зберігається довший час; суперкомпенсація м'язових білків настає ще пізніше. Таким чином можна сказати, що величина відпочинку залежить і від поставлених перед спортсменом завдань: підвищення вмісту в м'язах креатинфосфату вимагає більш короткого періоду відпочинку, ніж підвищення запасів глікогену і збільшення маси м'язів (підвищення вмісту структурних білків). Все це має велике значення при розвитку в процесі тренування основних якостей рухової діяльності: швидкості, сили і витривалості.

Вище вже було сказано про те, що величина тривалості суперкомпенсації залежить від величини і інтенсивності витрати функціональних і енергетичних потенціалів. Але в міру підвищення тренуваності величина і інтенсивність витрати їх при роботі зменшується. Кожна наступна робота виконується у все більш сприятливих умовах і викликає все менші зсуви. Значит фаза суперкомпенсації стає все менше вираженою і більш короткою. Звідси випливає **ч е т в е р т и й п р и н ц и п т р е н у в а н н я** - необхідність поступового збільшення тренувальних навантажень. Без дотримання цього принципу тренування буде малоефективним.

Біохімічна характеристика тренуваного організму.

М'язова система. Навіть, якщо одноразова м'язова діяльність залишає деякі біохімічні сліди, то під впливом систематичної діяльності, тренування вони підсумовуються і закріплюються.

Це знаходить вираження перш за все в морфологічних змінах м'язових волокон. Товщина їх збільшується, відбувається їх робоча гіпертрофія у зв'язку з посиленням синтезом структурних білків, зростає кількість міофібрил, причому вони нерідко групуються пучками (п о л я К о н г е й м а). Все це обумовлює збільшення сили м'язів, їх механічну міцність. Може змінюватися форма ядер (і навіть збільшуватися кількість їх) і структура рухливих нервових закінчень, тобто збільшуватись число контактів між нервовим закінченням і сарколемою. (Е.С.Яковлев). Суттєво зростає кількість мітохондрій, і самі вони зазнають значних морфологічних і функціональних змін. Стає набагато більше внутрімітохондріальних гребенів і скорочується віддаль між ними, підвищується активність ферментних систем, локалізованих на їх внутрішніх мембранах. В результаті цих змін зростає інтенсивність транспортування електронів і процесів окисного фосфорилування в мітохондріях. В них утворюється більше АТФ, а це розширює енергетичні можливості скелетних м'язів.

З біохімічних змін, які відбуваються в м'язах під впливом тренування, слід вказати на збільшення вмісту скорочувального білка - міозину, що зв'язане з їх робочою гіпертрофією. Так як цей білок крім скорочувальних властивостей володіє і ферментативними властивостями, то в процесі тренування збільшується і здатність м'язів до розщеплення АТФ, тобто до мобілізації хімічної енергії і перетворення її в механічну енергію м'язового скорочення.

Поряд із збільшенням можливостей розщеплення АТФ під впливом тренування зростають і можливості як дихального, так і анаеробного ресинтезу АТФ в проміжках між скороченнями. Дослідженнями А.В.Палладіна, Д.Л.Фердмана, Н.Н.Яковлева і їх співробітників було встановлено, що під впливом тренування в м'язах збільшуються запаси джерел енергії, необхідних для ресинтезу АТФ - креатинфосфату, глікогену, ліпоїдів; значно підвищується активність ферментів, які каталізують як аеробні окисні процеси, так і анаеробний гліколіз.

Що стосується АТФ, то під впливом тренування концентрація її в м'язах не змінюється. Але, як показують дослідження із застосуванням радіоактивного ізотопу фосфору, швидкість відновлення багатих енергією фосфатних груп АТФ значно зростає. Таким чином, завдяки збільшенню можливостей витрат і ресинтезу АТФ треновані м'язи можуть виконувати більшу роботу, ніж нетреновані при однаковій концентарції.

Суттєве значення має також збільшення під впливом тренування вмісту в м'язах міоглобіну - речовини, яка приєднує кисень на багато активніше, ніж гемоглобін крові. В результаті цього у м'язах зростає резерв кисню, який може бути використаний в умовах неповного забезпечення ним організму.

Крім цього, під впливом тренування в м'язах збільшується вміст білків м'язової стромы (м і о с т р о м і н), які мають пряме відношення до механіки розслаблення м'язів. Спостереження за спортсменами показують, що здатність до розслаблення м'язів під впливом тренування покращується.

М'язи тренованого організму є більш активними; під час їх діяльності значно більше, ніж в нетренованих м'язах підвищується активність різних ферментних систем. Але це не може бути пояснено лише біохімічними змінами, що відбуваються в м'язах; це в першу чергу залежить від зміни нервової регуляції обміну речовин. При блокуванні за допомогою снотворних речовин (амітал) вищих відділів центральної нервової системи, в м'язах тренованої тварини під впливом м'язової діяльності відбуваються такі ж зміни активності ферментів, як і в м'язах нетренованих тварин.

Внутрішні органи і кров. Значні біохімічні зміни під впливом тренування відбуваються в печінці. В ній збільшується вміст глікогену і зростає активність ряду ферментів вуглеводного, білкового і жирового обмінів.

Активність ліпаз збільшується також в підшкірній клітковині і легенях. Внаслідок цього організм не тільки дістає значні запаси джерел енергії, але і отримує можливість більш швидко і енергійно мобілізувати їх при роботі і швидко відновлювати в періоді відпочинку.

Біохімічні зміни, які виникають в організмі, торкаються і серцевого м'яза. Подібно до скелетних м'язів в ньому відбувається посилене утворення білків, що знаходить свій прояв у робочій гіпертрофії міокарда, який є одним з умов його підвищеної діяльності.

Під впливом тренування в м'язі серця збільшується вміст міоглобіну, що сприяє росту його робочих можливостей в умовах недостатнього постачання організму киснем. Зростає інтенсивність окисних процесів, і майже вдвоє збільшується затримка з крові цукру і молочної кислоти (з попереднім їх окисненням). Внаслідок цього в серцевому м'язі підтримується високий рівень багатих енергією фосфорних сполук навіть при недостатньому постачанні організму киснем.

В крові трохи збільшується вміст гемоглобіну і число еритроцитів, в результаті чого підвищується її киснева ємність. Збільшуються і буферні властивості крові (її резервна лужність), що забезпечує можливість більш довготривалого підтримання її нормальної реакції при постачанні великої кількості кислих продуктів обміну речовин (молочна і піровиноградна кислоти, кетонів тіла) в процесі інтенсивної м'язової діяльності.

Біохімічні зміни відбуваються навіть у кістковій системі: в кістках скелету, які несуть найбільше навантаження, спостерігаються явища гіпертрофії. Потовщення кісток відбувається як за рахунок збільшення вмісту кісткового білка (осеїну), так і за рахунок збільшення вмісту мінеральних елементів.

Досліди показують, що питома вага тіла спортсмена під впливом тренування збільшується. Це відбувається внаслідок зменшення вмісту в організмі резервного жиру і води, а також внаслідок збільшення м'язової маси.

Центральна нервова система. Дослідженнями, які були проведені на тваринах, доведено, що експериментальне тренування веде до збільшення буферних властивостей тканин головного мозку, а також підвищення активності різних, в тому числі окисних ферментних систем.

В результаті цього при інтенсивній м'язовій діяльності вміст багатих енергією фосфорних сполук в головному мозку дов ший час підтримується на високому рівні, що дуже важливо для нормального функціонування центральної нервової системи і віддалення часу наступання втоми.

Підсумовуючи, можна сказати, що тренування веде до збільшення:

- а) вмісту скорочувальних білків м'язів;
- б) можливостей швидко мобілізувати хімічну енергію і перетворювати її в механічну енергію м'язової діяльності;
- в) можливості як дихального, так і анаеробного ресинтезу багатих енергією фосфорних сполук;
- г) енергетичного потенціалу м'язів і всього організму, а також можливостей витрат і відновлення цього потенціалу;
- д) можливостей підтримання постійних умов внутрішнього середовища організму під час інтенсивної м'язової діяльності.

Всі ці зміни потрібно розглядати як прояв біохімічного пристосування (адаптації) організму до нової, більш інтенсивної або більш тривалої м'язової діяльності.

Результатом такої адаптації організму, яка відбувається під впливом систематичних вправ, є підвищення його працездатності. Тренований спортсмен може виконати роботу такого об'єму і інтенсивності, яка недоступна нетренованій людині.

Разом з тим при виконанні фізичних навантажень, які одночасно доступні і тренуваній і нетренованій людині, величина біохімічних змін в організмі і міра напруження різних функціональних систем у першого будуть суттєво меншими, ніж у другого.

Відновлення ж працездатності і нормалізація біохімічних співвідношень в крові і тканинах під час відпочинку після роботи у тренуваної людини будуть відбуватися швидше, ніж у нетренованої.