

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

Кафедра біохімії та гігієни

Трач В.М.

Сибіль М.Г.

Гложик І.З.

Біохімічна характеристика рухових якостей спортсмена

Лекція з навчальної дисципліни

„Біохімічні основи спорту”

для студентів III 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 рухових якостей спортсмена

План

1. Біохімічна характеристика швидкісно-силових якостей.
2. Біохімічні основи методів швидкісно-силової підготовки спортсменів.
3. Біохімічні фактори витривалості та методи, що сприяють розвитку витривалості.

При виконанні тренування проходить пристосування організму до м'язової діяльності великої інтенсивності і тривалості. Але це пристосування відбувається не до роботи, а до окремих її видів. Робота легкоатлета, боксера, штангіста - різні. Спринтерський і марафонський біг відрізняються за тривалістю, величиною зусиль, характером регуляції фізіологічних функцій. Різні фізичні вправи відрізняються характером біохімічних процесів, що відбуваються при їх виконанні. Навіть якщо однаковий вміст АТФ у м'язах, то різні можливості її використання та шляхи ресинтезу. М'язи, для яких характерні різкі переходи зі спокою до роботи і мають великі можливості анаеробного ресинтезу, високу АТФ-азну активність, значну буферність. М'язи, які виконують тривалу роботу - мають високу інтенсивність дихання та активність ферментів аеробного окиснення. М'язи, що виконують силову роботу - мають велику кількість міозину та високу АТФ-азну активність.

Волокна також відрізняються за хімізмом і складом. У *повільноскоротливих* - багато міоглобіну, фосфоліпідів, мітохондрій, вища активність ферментів дихального циклу. У *швидко скоротливих* - багато креатин фосфату. Глікогену, більш активні *гліколітичні ферменти та потужніший саркоплазматичний ретикулум*. Є перехідні волокна. Вміст цих волокон різний, та під впливом певного типу тренування у м'язі встановлюються властивості, характерні для першого або другого типу волокон.

Найбільш важливими швидкісно-силовими якостями спортсмена є *сила*, *швидкість* і *потужність* м'язового зусилля, що розвивається. Прояв їх залежить від ряду психологічних, фізіологічних і біохімічних особливостей організму.

Максимальне значення швидкісно-силових якостей досягається при високій концентрації вольового зусилля. При цьому забезпечується оптимальне збудження в моторних центрах і підтримання максимальної частоти імпульсів в рухових нервах, при якій в роботу включається максимальна кількість рухових одиниць. Прояв цих якостей залежить від кількості повільно- та швидко скоротливих волокон, особливостей внутрішнього біохімічного складу м'язу, зокрема від напрямку сухожильних тяжів та розміщення по відношенню до них м'язових волокон (від цього залежить величина максимального зусилля, що розвивається в точках прикріплення сухожильних закінчень м'язів до кісткових ричагів), а також від координації рухів (сумування зусиль, що розвиваються м'язами-синергістами, протидії м'язів-антагоністів, послідовності активації окремих груп м'язів).

Біохімічна характеристика швидкісно-силових якостей

Па рівні окремих рухових одиниць прояв швидкісно-силових якостей визначається

- частотою імпульсів, що досягають синаптичних утворень на зовнішній мембрані м'язового волокна;
- швидкістю передачі електричного збудження від зовнішньої мембрани до міофібрил;
- потужністю потоку іонів Ca^{2+} , що звільняються з внутрішніх цистерн саркоплазматичного ретикулуму у внутрішньоклітинний простір;
- швидкістю розвитку активації в міофібрилах, тобто загальною кількістю, ферментативними властивостями й особливостями будови скорочувальних білків міофібрил.

Основні біохімічні фактори, що лімітують прояв швидкісно-силових якостей, можна установити за допомогою "**фундаментальних залежностей**" для м'яза. *Перша* з залежностей описує умови прояву **максимальної м'язової сили**. *Величина максимального м'язового зусилля прямо пропорційна довжині саркомера чи довжині товстих міозинових ниток, тобто ступеня полімеризації міозину, і загальному вмісту в м'язі скорочувального білка актину*. Зусилля, що розвивається в процесі взаємодії актинових і міозинових ниток у міофібрилах, пропорційне числу утворених поперечних спайок: чим більша площа накладення тонких актинових ниток на товсті міозинові нитки в межах кожного саркомера, тим більше максимальне зусилля, що розвивається м'язом. Максимально можлива площа зіткнення ниток визначається довжиною товстих міозинових ниток чи окремого саркомера.

Довжина саркомера, чи ступінь полімеризації міозину в товстих нитках міофібрил - генетично обумовлений фактор, тому він залишається незмінним у процесі індивідуального розвитку і при тренуванні. Довжина саркомера неоднакова у волокнах різного типу, що входять до складу різних м'язів. У той же час вміст у м'язах білка актину істотно змінюється в процесі індивідуального розвитку і під впливом тренування. Цей показник відбиває виражені розходження в м'язових волокнах різного типу й у м'язах різного функціонального призначення.

Вміст актину в міофібрилах м'язів знаходиться в лінійній залежності від загальної кількості креатину. Обидва показники - вміст актину і загальна концентрація креатину в м'язах - можуть бути використані при контролі за розвитком м'язової сили і прогнозуванні рівня спортивних досягнень у швидкісно-силових вправах.

Друга фундаментальна залежність описує зв'язок між **максимальною швидкістю скорочення м'яза, довжиною саркомера і відносною АТФ-азною активністю міозину**. Максимальна швидкість скорочення різна в м'язових волокнах різного типу: у швидкоскоротливих білих волокнах вона приблизно в 4 рази вища, ніж у повільноскоротливих червоних волокнах

У довільних рухах людини важливо не ізольований прояв сили чи швидкості скорочення, а їхній **спільний ефект, оцінюваний величиною потужності зусилля**, що розвивається, Оскільки потужність є добутком сили на швидкість, то, виходячи з уже відомих залежностей для сили і швидкості скорочення, неважко вивести третю залежність, що описує зміни потужності при м'язовому скороченні. *Потужність, що розвивається м'язом, залежить від сумарної АТФ-азної активності, тобто загальної швидкості розщеплення АТФ.*

Значення максимальної потужності, як і максимальної швидкості скорочення, істотно розрізняються в м'язових волокнах різного типу і помітно змінюються при адаптації до певного виду рухової діяльності. У швидко скоротливих волокнах максимальна потужність складає близько 155 Вт/кг маси м'язів, у повільно-скоротливих волокнах - 40 Вт/кг .

Сумарна АТФ-азна активність вище в швидко скоротливих волокнах. Тому максимальна потужність скорочення м'яза тісно зв'язана з процентним вмістом у працюючих м'язах окремих типів волокон. Бігуни-спринтери, в литковому м'язі яких вміст швидко скоротливих волокон досягає 60 %, помітно перевершують бігунів на довгі дистанції за значеннями максимальної потужності (120 Вт/кг проти 85 Вт/кг), у яких швидко скоротливі волокна складають тільки 35 %.

Біохімічні основи методів швидкісно-силової підготовки спортсменів

Структурні фактори швидкісно-силових здібностей людини (довжина саркомерів у міофібрилах, вміст швидко- і повільно скоротливих волокон у м'язах) генетично обумовлені, тому основним методичним шляхом поліпшення швидкісно-силових якостей спортсменів є підбір засобів і методів, що могли б поліпшити АТФ-азну активність міозину і підсилити синтез скоротливих білків у м'язах. У швидкісно-силових видах спорту для рішення цих задач у даний час використовуються два основних методичних прийоми - *метод максимальних зусиль і метод повторних граничних вправ.*

Для тренування здібностей до максимального прояву швидкісно-силових якостей застосовуються вправи, близькі за біодинамічною структурою до змагальних чи самі змагальні вправи. Вони виконуються з граничною мобілізацією на прояв максимального зусилля з невеликим числом повторень і нерегламентованих інтервалів відпочинку, достатніми для відновлення й повторної мобілізації на максимальне зусилля (як правило, 1,5-2 хв відпочинку між вправами).

Граничний обсяг *вправ з максимальним проявом сили*, швидкості чи потужності визначається критичною концентрацією КрФ у м'язах (приблизно 1/3 від загальної алактатної анаеробної ємності), нижче якої вже неможливо підтримувати максимальну швидкість ресинтезу АТФ. За рахунок цієї кількості КрФ можна викопувати безупинно до 5-6 повторень таких вправ. При довільних інтервалах відпочинку в одному тренувальному занятті можна 10-12 раз повторити вправу без помітного зниження максимальної потужності. При великому числі повторень розвивається локальне стомлення, що приводить до порушення координації рухів і зниженню потужності скорочення. Зниження концентрації КрФ у працюючих м'язах нижче критичного значення супроводжується посиленням гліколізу, нагромадженням молочної кислоти і різким зниженням внутрішньоклітинного рН. Під впливом цих змін у внутрішньоклітинному середовищі відбувається тальмування АТФ-ази міозину і, як наслідок, - зниження максимальної потужності вправи. Тому тренувальну роботу необхідно припиняти як тільки виявляється виражене зниження максимальної потужності.

Метод повторних граничних вправ застосовується для посилення синтезу скорочувальних білків і збільшення м'язової маси.

При зусиллях, що складають більш 50 % максимальної ізометричної сили, кровоток через м'яз різко зменшується, що супроводжується появою локальної гіпоксії. У цих умовах значно вичерпуються алактатні анаеробні резерви й у м'язах накопичується велика кількість вільного креатину, помітно підсилюється утворення

Молочної кислоти в результаті гліколізу. Через дефіцит макроергічних сполук при виконанні великого обсягу роботи відбувається руйнування м'язових білків і нагромадження продуктів їхнього розпаду (низькомолекулярних пептидів, амінокислот і т.п.). Продукти розщеплення білків, як і вільний креатин, служать активаторами білкового синтезу в період відпочинку після швидкісно-силової роботи, коли відновлюється нормальне постачання тканин киснем і підсилюється транспорт до них поживних речовин. Нагромадження молочної кислоти при граничній роботі й викликана цим зміна внутрішньом'язового осмотичного тиску сприяють затримці в м'язах міжклітинної рідини, багатой поживними речовинами. При систематичному повторенні таких тренувань у м'язах істотно збільшується вміст скорочувальних білків і зростає загальний обсяг м'язової маси.

Розумне поєднання і послідовність застосування обох методів у процесі тренування можуть забезпечити високий рівень розвитку швидкісно-силових якостей спортсмена.

Біохімічні фактори витривалості

Витривалість багато в чому визначає загальний рівень працездатності спортсмена. *Характеризується вона тривалістю роботи на заданому рівні потужності до перших ознак вираженої втоми. Що приводить до зниження працездатності.* Визначається витривалість тривалістю роботи, виконаною до припинення вправи, тобто граничним часом (Ігр). Витривалість можна характеризувати відношенням величини енергетичних резервів, доступних для використання, до швидкості витрати енергії при виконанні даного виду вправ.

Іншими словами, витривалість *визначається часом функціонування з заданою інтенсивністю до повного вичерпання наявних енергетичних ресурсів.*

Конкретний прояв витривалості завжди носить специфічний характер, що залежить від використання в якості джерела енергії різних метаболічних процесів.

Відповідно до наявності трьох різних механізмів енергоутворення виділяються три складові компоненти витривалості — алактатний, гліколітичний та аеробний. Загальний прояв витривалості, що оцінюється за часом роботи до припинення вправи, може бути представлений як сума різного сполучення параметрів потужності, ємності, ефективності аеробного й анаеробного процесів.

Таким чином, усі різноманітні прояви витривалості можуть бути кількісно оцінені за допомогою дев'яти біоенергетичних критеріїв - трьох критеріїв потужності (алактатної, гліколітичної, аеробної), трьох критеріїв ємності (алактатної, гліколітичної, аеробної) і трьох критеріїв ефективності (алактатної, гліколітичної, аеробної). Дані критерії можуть бути встановлені на основі точних ергометричних вимірів виконуваної механічної роботи або шляхом прямих фізіологічних і біохімічних вимірів відповідних біоенергетичних функцій.

Вплив окремих компонентів в обох проявах витривалості змінюється в залежності від потужності й граничного часу виконання вправи. У помірних вправах, де рівень загальних витрат енергії не перевищує значень максимального посилення швидкості аеробного утворення енергії витривалість представлена переважно її аеробним компонентом. Зі збільшенням потужності вправи вище критичного рівня, що відповідає максимальному споживанню кисню, роль аеробного компонента витривалості поступово зменшується й у такому ж ступені зростає значення анаеробних компонентів. У короткотривалих вправах максимальної потужності прояви витривалості носять переважно анаеробний характер із приблизно рівним представництвом алактатного і гліколітичного компонентів.

Поряд з реєстрацією ергометричних показників витривалості важливе значення при вибірковій оцінці окремих компонентів цієї якості мають прямі виміри біоенергетичних параметрів потужності, ємності й ефективності. Насамперед визначаються: МСК, величини кисневого боргу, максимального

нагромадження молочної кислоти в крові, надлишкової о виділення" CO_2 , найбільшого зрушення рН крові.

Таким чином, показники витривалості залежать як від аеробних, так і анаеробних енергетичних можливостей спортсменів, тому система тренування на витривалість повинна бути орієнтована насамперед на підвищення цих біоенергетичних властивостей організму.

Методи тренування, що сприяють розвитку витривалості

Застосовувані для розвитку витривалості методи тренування впливають на окремі біоенергетичні функції. Найбільш ефективними методами розвитку витривалості є *метод тривалої безупинної роботи* (рівномірної чи перемінної), а також методи *повторного й інтервального тренування*. Звичайно їх розділяють по спрямованості на розвиток аеробного чи анаеробного компонента витривалості.

У тренуванні, спрямованому на розвиток алактатного анаеробного компонента витривалості, найчастіше використовують методи повторної й інтервальної роботи (інтервальний спринт). Основна мета такого роду тренування - домогтися максимального вичерпання алактатних анаеробних резервів у працюючих м'язах і підвищити стійкість ключових ферментів алактатної анаеробної системи (міозинової АТФ-ази і саркоплазматичної креатинфосфокінази) в умовах нагромадження продуктів анаеробного розпаду АДФ, H_3PO_4 , молочної кислоти і тлі.). Вирішити цю задачу можливо тільки шляхом великого числа повторень короткотривалих (тривалістю не більш 10-15 с) вправ високої інтенсивності.

При використанні методу повторного тренування витривалості, коли застосовуються вправи максимальної потужності, паузи відпочинку між ними повинні забезпечувати досить повис відновлення витрачених при роботі алактатних анаеробних резервів, т.т. повинні складати не менш 2,5-3 хв.

Розщеплення фосфатних макроергів (АТФ + КрФ) при виконанні вправ мах потужності веде до збільшення швидкості використання кисню в перші

секунди виконання роботи, коли здійснюється окисний ре синтез КрФ в працюючих м'язах. Найбільша швидкість цього процесу відповідає піку поглинання кисню, який досягається на 1-й хвилині відновлення. Значення пікового використання кисню та накопичення молочної кислоти в крові зростають до 5-6 повтору вправи. що свідчить про вичерпання ємності алактатних анаеробних резервів. Як тільки буде досягнута критична величина вичерпання запасів КрФ у м'язах. відразу знизиться мах потужність. Це досягається на 8-10 повторі вправи. Ця кількість повторів - оптимальна для даного методу тренування алактатного компонента витривалості. На відміну від методу повторного тренування, де інтервал відпочинку не регламентовані, в інтервальному методі їх величина підбирається таким чином, щоб забезпечити мах вплив на тренуючу функцію. Зміна цієї величини при повторному виконанні вправи мах потужності впливає на динаміку біохімічних зсувів в організмі. При тривалості відпочинку - 1хв., ще спостерігається залишений мах використання кисню, що свідчить про поповнення алактатних резервів з кожним повторенням мах зусилля. Але він зникає, коли тривалість інтервалу скорочується до 3 сек. Після 5-6 повторів швидкість використання кисню не змінюється а встановлюється на певному рівні, котра відповідає важкості вправи. Якщо інтервали скорочуються до 10 с, рівень пікового використання кисню срівнюється з величиною МПК. При скороченні інтервалів відпочинку при перших 5-6 повторах супроводжується виділенням CO₂ та накопиченням молочної кислоти. Закислення середовища веде до зниження швидкості креатинфосфокіанзних реакції та мах потужності. Подальші повтори веде до зміни тренувального ефекту інтервальної роботи: він набуває анаеробно-аеробний характер. Тому, якщо в інтервальному методі використовують короточасні мах зусилля, що чергуються з короткими інтервалами відпочинку (30 с), то для створення алактатного анаеробного ефекту тренування таку роботу варто виконувати серіями по 5-6 повторень у кожній з інтервалами відпочинку між серіями не менш 3 хв.

При розвитку гліколітичного анаеробного компонента витривалості можуть використовуватися методи однократної граничної, повторної й

інтервальної роботи. Характеристики вправи, що обираються, повинні забезпечити граничне посилення анаеробних гліколітичних перетворень у працюючих м'язах. Таким умовам відповідає виконання граничних зусиль в інтервалі від 30 с до 2,5 хв.

Повторне виконання вправ гліколітичного анаеробного характеру через великі й нерегламентовані інтервали відпочинку дозволяють з кожним новим повторенням відтворювати тренувальний ефект. Граничне число повторень вправи в цьому випадку залежить від зниження запасів глікогену в працюючих м'язах і досягнення граничних величин закислення (як правило, па 6-8-му повторі граничного зусилля). Щоб викопати необхідний обсяг роботи, достатній для закріплення тренувального ефекту, інтервальна робота з короткими паузами відпочинку звичайно виконується серіями по 3-4 повторення, розділеними 10-15-хвилинним відпочинком, що необхідний для відновлення працездатності після граничної анаеробної роботи.

У тренуванні, спрямованому на розвиток аеробного компонента витривалості, використовуються методи однократної безупинної, повторної й кілька варіантів інтервальної роботи. Щоб забезпечити достатній вплив на аеробний обмін при використанні методів однократної безупинної й повторної роботи, загальна тривалість вправи повинна складати не менш 3 хв, достатніх для вироблення і виходу на стаціонарний рівень споживання O_2 . В однократній неперервній роботі обсяг навантаження що викликає відповідні адаптаційні перебудови в організмі, складає не менше 30 хв.

Найбільш виражений вплив па аеробний обмін роблять спеціальні режими інтервальної роботи. Один з найбільш вивчених режимів такої роботи одержав назву "інтервальне тренування по фрайбургському правилу". Полягає він у чергуванні щодо короткотривалих періодів роботи (тривалістю від 30 до 90 с) з інтервалами відпочинку такої ж тривалості. Така робота створює достатній стимул для розгортання аеробних процесів у тканинах, особливо для поліпшення циркуляторних показників, і викликає виражену гіпертрофію

серця. Тому даний режим інтервальної роботи називають "циркуляторним" інтервальним тренуванням.

Гарним засобом для підвищення показників аеробної потужності служать інтервальні тренування на коротких відрізках.

Високий рівень розвитку витривалості може бути досягнутий лише при одночасному удосконаленні всіх її основних компонентів за допомогою комплексу різноманітних засобів і методів, що забезпечують виборчий вплив на відповідні функції та якості спортсмена.