

Лекція 12

БІОХІМІЧНИЙ КОНТРОЛЬ В СПОРТІ

Біохімічні дослідження в спортивній практиці, як правило, застосовують з поєднанням з іншими видами контролю - педагогічним, медичним, фізіологічним. Комплексні наукові дослідження дають найбільш різноманітну і об'єктивну інформацію про функціональний стан окремих систем або всього організму спортсмена, про рівень його тренуваності і інших аспектів. Однак, це не виключає можливості самостійного використання досліджень.

Біохімічні методи дослідження в спортивній практиці використовуються для вирішення наступних основних завдань:

1. Оцінка стану здоров'я спортсменів;
2. Оцінка спрямування тих або інших вправ і їх ефект;
3. Оцінка рівня тренуваності спортсменів;
4. Відбір осіб для занять тим або іншим видом спорту;
5. Контроль за ходом відновних процесів в організмі;
6. Оцінка ефективності засобів підвищення працездатності і прискорення відновлення.

В кожному конкретному випадку вимагається спеціальний підхід і методи дослідження. Успіх в більшості випадках залежить від вибору адекватного методу дослідження і умов його проведення. Одні і ті ж біохімічні методи можуть бути використані для вирішення різних завдань. Так, наприклад, визначення кислотно-лужної рівноваги крові використовується для відбору осіб для занять спортом, і для оцінки рівня тренуваності, і для оцінки спрямованості і ефективності застосованої вправи. В залежності від вирішення задачі можуть мінятися умови проведення біохімічних досліджень.

В будь-якому біохімічному дослідженні можна виділити три етапи:

1. Отримання біологічних препаратів-об'єктів біохімічних досліджень;
2. Біохімічний аналіз препаратів;
3. Співставлення отриманих результатів з нормами для здорових людей і спортсменів, з результатами інших методів контролю, з умовами проведення досліджень (в спокої, в процесі або після м'язової роботи) і т.п., тобто інтерпретацію отриманих результатів.

Об'єкти (препарати) біохімічних досліджень.

В якості препаратів біохімічного контролю в спорті використовуються традиційні препарати біохімічних досліджень на людині - проби повітря що

видихається, крові, сечі, м'язової тканини, слини. Серед цих препаратів найбільшу перевагу віддають повітрю що видихається і крові. Це пояснюється зручністю роботи з цими препаратами і великою інформаційністю результатів.

Повітря що видихається є одним з основних об'єктів при дослідженні процесів енергообміну в організмі. Забір повітря може проводитися і в стані спокою і при виконанні деяких видів м'язової діяльності.

На основі аналізу встановлюють розміри споживання кисню, виділення вуглекислоти. Кисень, який споживається організмом використовується в процесах окисних перетворень, які забезпечують енергетичні вимоги організму (аеробне енергозабезпечення). Кількість споживання кисню є показником інтенсивності протікання в організмі процесів аеробного енергообміну. Дані про споживання кисню в період відновлення і виділення організмом CO₂ служать показником в енергетичному забезпеченні роботи анаеробних (безкисневих) процесів. Кров - рідка тканина організму, яка циркулює по надзвичайно розгалуженій сітці кровоносних судин, яка має в силу цього доступ у всі самі найвіддаленіші кутки людського тіла.

Основні функції крові - транспортування до всіх клітин організму кисню і поживних речовин і виділення продуктів розпаду. Крім цього, кров здійснює регуляцію обміну речовин в організмі, транспортуючи до них речовини-регулятори гормони, які виробляються в залозах внутрішньої секреції.

Вже одне визначення пристосування крові для виконання своїх функцій, яка визначається вмістом в ній ряду речовин і іншими особливостями, може дати цінну інформацію для характеристики функціонального стану організму.

В крові проводиться визначення концентрації гемоглобіну, еритроцитів, метаболітів енергетичного обміну (глюкози, молочної кислоти, піровиноградної кислоти, жирних кислот), продуктів білкового обміну (сечовини, кінцевого азоту), показників кислотно-лужної рівноваги, активності ферментів, електролітів крові, гормонів і ін. Крім цього, дякуючи високій проникливості клітинних мембран (оболонки), кров може дати інформацію про характер інтенсивності і спрямованості багатьох процесів, що протікають в організмі. Так, наприклад, прискорення в м'язових клітинах анаеробного гліколізу завжди супроводжуються підвищенням вмісту в крові молочної кислоти (лактату). Між кількістю утвореної в м'язах молочної кислоти і її вмістом в крові є тісний взаємозв'язок: чим більше її утворюється в м'язах, тим вищий вміст в крові.

Швидкість появи в крові різних речовин, які утворюються в обмінних процесах, тісний зв'язок між їх концентраціями в клітинах і в крові роблять її дуже цінним об'єктом дослідження.

Досліджуючи кров можна отримати динаміку вмісту різних речовин в крові, яка відображає динаміку відповідних обмінних процесів.

Іншим важливим об'єктом біохімічних досліджень є сеча. Як відомо, сеча утворюється в нирках із крові і за виключенням формених елементів і більшості білків, вміщує тіж речовини, що і кров. Поява багатьох речовин в крові веде до їх появи в сечі. Сеча, як об'єкт дослідження має ряд переваг перед кров'ю. Її можна зібрати в великих кількостях. В силу цього її потрібно використовувати в тих випадках, коли завданням дослідження є виявлення речовин, концентрація яких в крові невисока і які дуже тяжко визначити в невеликій порції крові яка збирається для аналізу.

До недоліків сечі, як об'єкту дослідження можна віднести це, що не можна отримати динаміку концентрації досліджуваних показників при роботі і у відновному періоді. На основі досліджень сечі важко отримати кількісні характеристики тих або інших зрушень в організмі.

Таким чином в більшості випадків наліз сечі може дати інформацію тільки про те, чи є або немає даної речовини в сечі (в організмі). Так, аналіз сечі широко використовують при антидопінговому контролі. Приймання допінгів веде до появи в сечі самих допінгів або продуктів їх розпаду.

Цінну інформацію з кількісними характеристиками можуть дати визначення яких небудь показників в добових порціях сечі. Однак збір добової сечі стикається з великими труднощами і може бути здійснений лише в умовах госпіталізації піддослідних.

Сеча широко використовується для визначення гормонів, кінцевих продуктів білкового обміну, креатиніну і креатину і інших метаболітів.

Інколи в якості об'єкту біохімічних досліджень використовується слина. В слині визначають електроліти (К і Na), активність ферментів (наприклад, амілази), рН. Існує думка, що слина, маючи меншу, ніж кров ббуферну ємкість, ліпше відображає зміни кислотно-лужної рівноваги в організмі. Слід, однак, відмітити, що в дослідженнях спеціалістів в області біохімії спорту слина як об'єкт дослідження не отримала широкого розповсюдження. Піт, як і слина мало популярний об'єктт дослідження. Необхідна для аналізу кількість поту збирається з допомогою бавовняної білизни або рушника. Потім їх вимочують у дистильованій воді. Екстракт випарюють у вакуумі і піддають аналізу.

Останнім часом велике розповсюдження отримало використан ня в якості об'єкту біохімічних досліджеень проб м'язової тканини (метод біопсії). На досліджуваному м'язі робиться невеликий розріз шкіри, і з допомогою спеціальної голки збирається невелика (2-3 мг) проба м'язової тканини, яку відразу заморожують в рідкому азоті, і в подальшому піддається структурному і біохімічному аналізу.

Недоліком методу являється його травматичний характер, ікробіопсію можна застосовувати дуже часто. Це метод епізодичного, а не систематичного контролю. Крім, цього цей метод може дати і викрєвлені результати. Як відомо, існують різні типи м'язових волокон, які призначені для викоонання різних видів робіт: швидких скорочень, повільних скорочень, тривалої роботи. І

хоча більшість м'язових волокон у спортсменів призначені саме для виконання характерної для його спеціалізації роботи, не можна виключати можливості того, що дослідник попадає в пучок неспецифічних волокон.

Як вже зазначалось, методи біохімічного контролю доцільно застосовувати не ізольовано, а в поєднанні з іншими методами: педагогічним, фізіологічним, лікарським спостереженнями. Одержана в цьому випадку інформація буде доповнювати одна одну і дасть найбільш чітке і глибоке уявлення про стан організму спортсмена.

Багато біохімічних показників у спортсменів в стані спокою мало чим відрізняються від аналогічних показників в осіб, які незаймаються спортом. Тому в практиці біохімічних досліджень в спорті у більшості випадків досліджується реакція тих або інших біохімічних показників при виконанні м'язової роботи (тестуючих навантажень).

Тести, які використовуються в процесі біохімічного контролю в спорті.

При виборі тестуючих навантажень необхідно пам'ятати, що реакція організму спортсмена на роботу може залежати від факторів безпосередньо не зв'язаних з рівнем тренуваності, таких як вид м'язової роботи, використаний при тестуванні, спеціалізація спортсмена, умови дослідження, температура навколишнього середовища, час доби та ін. Так, якщо використовувати в якості тестуючого навантаження біг і роботу на велоергометрі (однакові по тривалості), то у першому випадку можна очікувати більш значні зсуви в організмі спортсмена. Пояснюється це тим, що в процесі бігу беруть участь більш значні м'язові групи, і при цьому можна виконати більшу по об'єму роботу за цей самий проміжок часу.

Слід також враховувати, що спортсмен, виконуючи звичну для себе роботу може виконати більший об'єм її і досягнути великих зсувів в організмі. Особливо чітко це проявляється при тестуванні анаеробних можливостей. Анаеробні можливості володіють специфічністю і в найбільшій мірі проявляються тільки в тому виді роботи, в якому спортсмен пройшов спеціальне тренування. Це означає, що для велосипедистів найбільш підходять велоергометричні тести, для бігунів - бігові і т.д. Це, звичайно, не означає, що не можна використовувати для легкоатлетів чи для спеціалістів інших видів спорту велоергометричні тести. Велоергометричні тести має одну суттєву перевагу - в них найбільш точно можна враховувати об'єм виконаної роботи. Але велосипедисти у велоергометричному тесті будуть мати переваги в рівнянні з представниками інших видів спорту цієї ж кваліфікації і які спеціалізуються у вправах, що відносяться до тієї ж зони потужності.

Ще одна важлива умова, яка повинна відповідати використанням тестів, їх адекватність по потужності і тривалості вправ, в яких спеціалізується спортсмен. Так, якщо використовувати одне і теж тестуюче навантаження для спринтера, середньовика і стайера приблизно однієї і тієї ж кваліфікації, держані результати будуть суттєво відрізнятись. Вихід з цього положення такий - вибране тестуюче навантаження повинно забезпечити прояв тих функцій, рівень тренуваності яких відповідає представникам цього або іншого виду спорту.

Немаловажне значення має і час тестування. Це пов'язано зі змінами працездатності людини на протязі доби. Зранку і пізно ввечері працездатність понижена і одержані в цей період результати будуть нижчі, ніж в денний час.

На результати досліджень має вплив і температура навколишнього середовища. В гарячому приміщенні працездатність буде нижчою, і спортсмен покаже занижені результати.

Таким чином, стандартизація умов досліджень по часу на протязі доби, температурі навколишнього середовища і інших факторів є безпосередньою умовою об'єктивних і порівнюючих даних.

Зупинимось тепер на характеристиці окремих методів, які використовуються в процесі біохімічного контролю і на цій інформації, яку вони дають.

Біохімічний аналіз повітря, що видихається.

Для аналізу цього повітря використовують різні методи досліджень. Найбільш розповсюджений шлях дослідження - забір повітря за допомогою спеціальної маски, де вмонтовані клапани зі спеціальною ємкістю (газові мішки), з послідуочим аналізом на газоаналізаторі (хімічному або електрофізичному) для встановлення процентного вмісту CO і O . На основі даних про величину легеневої вентиляції, проценту O - споживання і виділення CO розраховується кількість споживання в цей або інший період часу кисню і виділеної CO . Для зручності порівняння дані про споживання O і виділення CO зводяться до так званих стандартних умов (температура $O\text{ }^{\circ}C$, тиск 760 мм рт.ст. , сухий стан - умови STPD) і перераховуються на літри в хвилину (л/хв).

Зупинимось на характеристиці окремих показників біохімічного аналізу повітря яке видихається.

Дихальний коефіцієнт (ДК). Дихальний коефіцієнт розраховується як відношення виділеної вуглекислоти до споживання кисню. В стані спокою і при роботі помірної інтенсивності значення дихального коефіцієнту є показником субстратів, які окислюються в організмі. При окисленні вуглеводів ДК = 1,0; жирів - 0,75. Переважно в організмі окислюються і жири, і вуглеводи, і тому ДК складає 0,83-0,85. При інтенсивній м'язовій роботі значення дихального коефіцієнта залежить не тільки від окислювального субстрату, але і від інших причин. Крім CO₂, що утворюється в окисних перетвореннях (метаболічна CO₂), з організму може виділятися CO₂, що витісняється при роботі кислими продуктами (головним чином, молочною кислотою), з бікарбонатної буферної системи:

Ця вуглекислота, яка утворюється не під час метаболічних перетворень, отримала назву метаболічний "надлишок" CO₂ (Excess CO₂). При напруженій не тривалій м'язовій роботі, коли утворюються значні кількості молочної кислоти, основним джерелом енергії являються вуглеводи. Дихальний коефіцієнт при окисленні вуглеводів = 1. Тому в цих умовах до неметаболічної можна віднести ту CO₂, яка викликає перевищення значення ДК понад 1.

Виходячи з того, для вирахування метаболічного "надлишку" CO₂ може бути використана наступна формула:

$$CO_2 = O_2 (ДК - 1,0)$$

де O₂ - рівень споживання O₂ (л/хв) в досліджуваній період,
ДК - значення дихального коефіцієнту.

Величину неметаболічного виділення CO₂ можна розглядати як показник швидкості утворення молочної кислоти, тобто показник інтенсивності протікання гліколізу в організмі.

КИСНЕВИЙ ЗАПИТ. Під кисневою заборгованістю розуміють кисень, який споживається в період відновлення після роботи над рівнем спокою. Для визначення величини кисневого боргу протягом 30-40 хв відновного періоду неперервно або через невеликий проміжок часу проводиться визначення O₂ - споживання. З отриманого сумарного кисневого споживання за період відновлення вираховується кількість O₂, яке би спожив за той же самий період організм, який знаходиться в стані спокою.

/Існуючі методи розрахунку O -боргу дозволяють вирахувати його величину на основі 10-14 визначень O -споживання протягом 3--40 хвилин відновного періоду/.

Використання кінетичних методів розрахунку O -боргу дозволяють виявити в його складі дві фракції - алактатну і лактатну. Відповідно з сучасними науковими уявленнями, величина алактатної фракції відображає кількість розщепленого за період роботи креатинфосфату, тобто відображає склад креатинфосфатного механізму в енергетичне забезпечення роботи.

Лактатний кисневий борг пов'язаний з усуненням утвореної молочної кислоти. Величина лактатної фракції O -боргу пов'язана прямою залежністю з кількістю нагромадженої за роботу молочної кислоти, і відповідно, відображає вклад анаеробного гліколізу в енергетичне забезпечення роботи.

Сумарна величина боргу - показник участі анаеробних механізмів перетворення енергії в енергетичному забезпеченні роботи.

КИСНЕВА ВАРТІСТЬ РОБОТИ. Під кисневою вартістю роботи розуміють суму "надлишку" над рівнем спокою кисневого споживання за час роботи і кисневого боргу, поділена на час роботи і кисневого боргу, поділена на час роботи (в хвилинах). Киснева вартість роботи відображає енерговитрати організму в період виконання роботи.

Приведені вище показники не вичерпують всієї багатогранності даних, які можуть бути отримані в результаті аналізу повітря що видихається.

Біохімічні дослідження крові.

В залежності від того, яка кількість крові необхідна для аналізу, її беруть з вен, або з кінчиків пальців. Забір крові з вен відбувається в тих випадках, коли потрібно для аналізу кількість крові перевищує 1 мл. Більшість методів, які використовуються в процесі біохімічного контролю, вимагають невеликої кількості крові. Перед забирання крові, кінчик пальця попередньо добре вимивають, обробляють спиртом з ефіром. Потім робиться прокол спеціальною стерильною голкою. Перші краплі крові потрібно зняти сухою чистою ватою. Подальшу кількість кро-

ві збирається і використовують для аналізу.

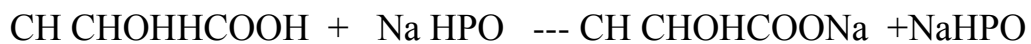
Визначення кислотно-лужної рівноваги крові.

Як відомо, енергетичне забезпечення організму здійснюється декількома механізмами перетворення енергії - анаеробним і аеробним. Діяльність одного із анаеробних механізмів - гліколізу - супроводжується утворенням продуктів кислого характеру - молочної і пірвіноградної кислот. При інтенсивній м'язовій діяльності їх може утворитись значна кількість. Накопичення цих кислот може змінити осмотичний стан м'язових клітин, властивості м'язових, і в тому числі, скорочувальних білків, змінити в кислу сторону реакцію внутрішнього середовища організму що в свою чергу, веде до зниження активності ферментів.

Молочна кислота в силу своєї високої дифузної можливості легко переходить в кров, і розноситься нею по всьому організму, роблячи аналогічний вплив на інші органи і тканини. Дякуючи наявності буферних систем забезпечується нейтралізація значної частини молочної і пірвіноградної кислот, які утворюються при роботі. Буферною дією володіють багато речовин організму: білки, амінокислоти, креатин. Дуже важливу роль відіграють мінеральні буферні системи - фосфатна і, особливо, бікарбонатна, яка забезпечує приблизно 60% буферної ємкості організму.

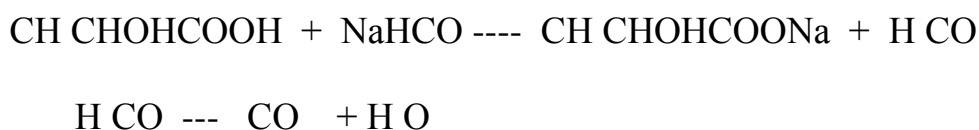
Фосфатна буферна система являє собою комплекс однозамінного і двоамінного фосфату натрію: NaHPO_4
 Na_2HPO_4

Нейтралізація кислих продуктів забезпечується за рахунок взаємодії кислоти з двоамінним фосфатом натрію:



Бікарбонатна буферна система складається з вуглецевої кислоти і кислого вуглекислого натрію: NaHCO_3
 H_2CO_3

Нейтралізація кислоти цієї буферної системи здійснюється наступним шляхом:



Надлишок вугільної кислоти розкладається ферментом карбоангідразою на H_2O і CO_2 , яка виводиться з організму під час дихання.

Найбільшою ємкістю володіють буферні системи м'язової тканини і крові.

Між ємкістю різних буферних систем організму існує тісний взаємозв'язок. Вдосконалення різних буферних систем в процесі тренування відбувається приблизно паралельно. Тому оцінити буферні системи організму, їх зміни в процесі тренування, можна шляхом визначення ємкості однієї з них. Найбільш зручна для тестування сама найпотужніша з них - бікарбонатна буферна система.

Досліджувати кислотно-лужну рівновагу крові можна як в стані спокою, так і при виконанні якого-небудь тестуючого навантаження. В першому випадку найбільш цінною є інформація про можливість буферних систем зв'язувати кислоти - показник резервної лужності. Резервна лужність організму в значній мірі визначається станом тренуваності, особливо в видах спорту, які відносяться до зони субмаксимальної потужності. Саме при вправах субмаксимальної потужності в організмі накопичується найбільша кількість молочної кислоти. Концентрація молочної кислоти в крові у добре тренуваних спортсменів при таких вправах може досягати 250 мг% і більше. Однак у видах спорту, які відносяться до інших зон потужності, буферні можливості організму також мають немаловажне значення. Так, при прискореннях і ривках на стайерських дистанціях в бігу і лижних гонках, в ряді ситуацій на килимі борців і т.п., в організмі спортсмена можуть накопичуватись великі кількості молочної кислоти. І саме буферні системи можуть відігравати вирішальну роль, які забезпечують перемогу спортсменам.

Визначення буферних можливостей (резервної лужності) є дуже важливим показником при відборі осіб для занять видами спорту субмаксимальної потужності. Підвищені буферні резерви організму є серйозною передумовою для росту спортивних результатів.

Визначення показників кислотно-лужної рівноваги може поєднуватися з виконанням тестуючого навантаження, граничного або стандартного. В цьому випадку найбільш цікаві дані про

зсув рН крові і буферних основ. У звичайних умовах кров людини має слаболужну реакцію з рН = 6,35-7,43. Чим менший зсув рН при виконанні стандартної роботи, тим більш тренуваним являється спортсмен. Зсуви буферних основ свідчать про використання буферних систем для нейтралізації кислих продуктів. При виконанні граничної роботи значні зсуви в значеннях рН є показниками високої стійкості організму спортсмена, а саме, його ферментних систем до змін реакції середовища в кислу сторону.

Визначення молочної кислоти в крові.

Визначення молочної кислоти в крові переважно проводиться при виконанні стандартної або граничної м'язової роботи. Ці тести можуть бути використані при поетапному контролі, або для оцінки рівня тренуваності груп спортсменів. Зниження вмісту молочної кислоти в крові в одного і того ж спортсмена при виконанні стандартної роботи на різних етапах тренувального періоду свідчить про покращення стану тренуваності. Підвищення, - навпаки, - про погіршення тренуваності спортсмена.

При обстеженні груп спортсменів - менше підвищення молочної кислоти в крові у відповідь на стандартну роботу - показник більш високого рівня тренуваності.

Зниження вмісту молочної кислоти в крові при виконанні стандартної роботи може відбуватись в результаті підвищення ефективності (покращення спортивної техніки і т.д.), підвищення аеробних можливостей ефективності використання кисню в організмі спортсменів. В результаті всього цього зменшується вклад анаеробного гліколізу в енергетичному забезпеченні роботи, і, як наслідок цього, менше утворення молочної кислоти.

При виконанні граничної роботи більш значні концентрації молочної кислоти в крові, як правило, є показником більш високого рівня тренуваності. Звичайно, якщо утворення великої кількості молочної кислоти відбувається на фоні виконання більш значної роботи (найкращого результату). Висока концентрація молочної кислоти в крові вказує на велику метаболічну ємність гліколізу в даного спортсмена, велику стійкість ферментів до змін рН в кислу сторону і т.п.

Визначення молочної кислоти в крові при виконанні граничної або стандартної роботи може бути використана і при відборі осіб для занять тим або іншим видом спорту.

Визначення цукру в крові.

Визначення цукру в крові може бути використано з ціллю виявлення реакції організму на те чи інше навантаження, встановлення термінів додаткового харчування на дистанції і т.п. Потрібно однак зауважити, що цей показник останнім часом використовується порівняно рідко. Це пов'язано з великою рухливістю концентрації цукру в крові, впливом на неї великого числа факторів, безпосередньо не пов'язаних з самою роботою (настрій, обстановка змагань або тренувань і т.п.).

Визначення сечовини в крові.

Найбільший інтерес викликає визначення концентрації сечовини в крові на слідуєчий день після тренування (зранку, в стані спокої). Підвищений вміст в крові зранку після тренування свідчить про навантаження на тренуванні. Навпаки, понижений вміст сечовини свідчить про те, що попереднє тренування було не достатнє і не залишило бажаних наслідків.

Для мужчин норма 6-7 ммоль/л. Концентрація вище 7 ммоль/л розглядається як підвищена, менше 6 (порядку 3-4 ммоль/л) знижена.

Для жінок-спортсменок норма 5-6 ммоль/л. Концентрація більше 6 - свідчить про перенавантаження, нижче 4 - показник недостатнього навантаження.

Визначення сечовини в крові може бути використано і після закінчення тренувального заняття як показник інтенсивності роботи.

Цей метод найбільш ефективний при систематичному його приміненні, що пов'язано як правило тільки в умовах спортивних зборів. Це одна з головних причин того, що визначення сечовини в крові, не дивлячись на переконливу перевагу методу, ще не отримало широкого розповсюдження.

Визначення активності і кількості ферментів в крові.

Відомі в теперішній час наукові дані дозволяють вважати, що між активністю і вмістом ферментів крові і тканин є тісний

взаємозв'язок. Тому, досліджуючи ті або інші ферменти крові, можна одержати певне уявлення про стан відповідних ферментативних систем м'язів або інших тканин організму спортсмена.

При дослідженні ферментів в крові необхідно враховувати можливість виходу ферментів в кров з м'язів і інших тканин в результаті зміни проникливості клітинних мембран під впливом м'язової роботи. В цьому випадку найбільший інтерес представляє визначення величини підвищення рівня ферментів в крові і швидкість усунення цього підвищення після роботи, що характеризує хід відновлюваного процесу.

В практиці використовується інколи визначення активності ферментів слини, зокрема активності амілази слини. Існує взаємозв'язок між активністю амілази слини і тканинних ферментів вуглеводного обміну. Тому висока активність амілази слини характеризує підвищення можливостей організму щодо використання вуглеводів.

Метод мікробіопсії.

Як вже відзначалося, проби м'язової тканини, що забираються для доялідження піддаються мікроструктурному і хімічному аналізу. За допомогою мікроструктурного аналізу досліджують скорочувальний апарат м'язевих волокон- міофібрили, їх розташування в м'язевому волокні, довжину м'язевих саркомерів, актинових і міозинових ниток, кількість мітохондрій в м'язевому волокні і їх розташування та інші особливості м'язової тканини. Це дуже складні методики, які вимагають високої професійної кваліфікації і складної дефіцитної апаратури: електронного мікроскопа, спеціальних ножів- мікротомів- для отримання дуже тонких зрізів з м'язевих проб.

Хімічний аналіз спрямований на визначення вмісту різних речовин в м'язі: АТФ, глікогену, креатинфосфату, міоглобіну, скорочувальних білків, активності ферментів та інші.

Метод мікробіопсії може бути використаний як в стані спокою, так і для оцінки реакції організму на виконану роботу. Дослідження, що проводилися в стані спокою, можуть характеризувати стан тренуваності спортсменів або використовуватися для відбору осіб для занять тим або іншим видом спорту. Дослідження з допомогою мікробіопсії м'язів спортсменів високого класу (чемпіонів, рекордсменів) може дати свого роду "модель

м'язів" рекордсменів в тому чи іншому виді спорту.

Відомо, що вміст ряду речовин у м'язах, наприклад, глікогену, креатинфосфату, міоглобіну, буферні можливості і інші, пов'язаний як зі спортивною спеціалізацією, так і з рівнем спортивної майстерності. Так, для спринтерів характерно підвищений вміст креатинфосфату і висока активність ферменту креатинфосфокінази. Високий вміст глікогену характерний для спеціалізації у видах спорту, які відносяться до субмаксимальної зони потужності: біг на середні дистанції, гребля та інші.

Вибір біохімічних показників.

В процесі біохімічного контролю, особливо коли мова йде про тестування рівня тренуваності спортсмена, дуже важливо вибрати адекватні тести і досліджувані біохімічні показники. Тренуваність -якість багатofакторна, яка залежить від рівня розвитку багатьох органів і систем організму. Але в більшості видів спорту можна виділити так звану ведучу функцію, рівень якої в найбільшій мірі визначає спортивну майстерність представників даного виду спорту. Види спорту можна розділити на дві великі групи. В одну групу увійдуть ті види, в яких спортивний результат лімітується рівнем розвитку механізмів енергозабезпечення організму -це так звані метаболічні види. В другу -види, де лімітуючим фактором являється, в першу чергу, спортивна техніка, так званий технічний вид. До першої групи відносяться лижні і велосипедні гонки, швидкісний біг на ковзанах, легкоатлетичний біг, плавання і т.д. До другої - спортивна та художня гімнастика, стрибки в воду, фігурне катання, спортивні ігри, бокс і т.п.

Слід зауважити, що ряд видів, які віднесені нами до другої групи (в першу чергу, деякі спортивні ігри, фігурне катання і т.д.) одночасно можна прирахувати і до першої групи. Рівень спортивної майстерності в цих випадках в значній мірі визначається можливостями механізмів енергозабезпечення. У зв'язку з постійним ускладненням дій спортсмена в цих видах спорту, їх інтенсифікацією, вимоги до рівня розвитку механізмів енергозабезпечення в спортсменів постійно зростає.

Наші так звані технічні види спорту неоднорідні. Як відомо, існують три механізми перетворення енергії в живих організмах: креатинфосфатний (алактатний, анаеробний), гліколітичний (лактатний, анаеробний) і аеробний. Роль кожного з цих механізмів енергозабезпеченні роботи залежить від її потужності і

тривалості. В циклічних видах спорту, де кожна вправа виконується з максимальною для даної тривалості інтенсивністю, прийнято виділяти чотири зони потужності: максимальну, до якої відносяться вправи тривалістю до 20 сек; субмаксимальну з тривалістю роботи від 20 сек до 2,5 хв, велику з тривалістю вправ від 2,5 хв до 30 хв і помірну, до якої відносяться всі види м'язової роботи, які продовжуються понад 30 хв.

У вправах, які відносяться до максимальної зони потужності, ведучу роль відіграє креатинфосфатний механізм: субмаксимальний - гліколітичний і аеробний; у вправах великої і помірної потужності - аеробний. Це, не означає, що спортивний результат у видах спорту, які відносяться до тієї або іншої зони потужності, повністю залежить від рівня розвитку ведучого для цієї зони механізму енергозабезпечення. Немаловажливу роль відіграє діяльність і інших механізмів енергозабезпечення і цілий ряд інших особливостей спортсмена. При дослідженні спортсменів (і, особливо, спортсменів високої кваліфікації) а також при відборі осіб для занять цією або іншою спеціалізацією, доцільно, поряд з оцінкою стану здоров'я і рівня розвитку важливих функціональних систем організму, оцінити стан саме цих систем, які несуть найбільшу відповідальність за досягнення високих спортивних результатів в даному виді. В метаболічних видах спорту найбільш цінну інформацію дають такі методи дослідження, які характеризують рівень розвитку ведучих для даного виду механізмів енергозабезпечення.

Однак, незалежно від того, який із механізмів енергозабезпечення є ведучим в даному виді, доцільно досліджувати рівень розвитку аеробних можливостей. Навіть якщо аеробні процеси і не відіграють вирішальної ролі при виконанні самої роботи, вони є свого роду базою для розвитку інших механізмів енергозабезпечення, визначають швидкість відновлюваних процесів в організмі і т.п.

Можливості кожного із механізмів енергозабезпечення визначаються діяльністю різних систем організму, які локалізують свою дію як на клітинному, так і на рівні організму. Одні біохімічні показники характеризують цей або інший механізм енергозабезпечення в цілому (т.н. інтегральні показники). До них відносяться, наприклад, показники, які виявляються при дослідженні повітря що видихається: кисневий борг, максимальне споживання кисню і ін. Інші показники характеризують окремі сторони або системи організму, які забезпечують діяльність різних механізмів енергозабезпечення.

Деякі біохімічні показники характеризують стан органів або систем організму, які пов'язані з енергетичним забезпеченням роботи. Так, вміст гемоглобіну в крові характеризує киснетранспортну функцію крові.

За допомогою біохімічних показників можна охарактеризувати стан і рівень розвитку практично всіх органів і систем організму.