

ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ

Кафедра біохімії та гігієни

Трач В.М.

Сибіль М.Г.

Гложик І.З.

**Теоретико-методичні засади біохімічного контролю фізичної активності
людини**

Лекція з навчальної дисципліни

“Біохімічні основи рухової активності”

для студентів III курсу

спеціальності 024 хореографія

“ЗАТВЕРДЖЕНО”

на засіданні кафедри

біохімії та гігієни

„31” серпня 2018 р. протокол № 1

Зав.каф ____д.б.н. Борецький Ю.Р.

Тема: теоретико-методичні засади біохімічного контролю фізичної активності людини

План.

1. Завдання, види і організація біохімічного контролю.
2. Об'єкти досліджень і основні біохімічні показники.
3. Біохімічний контроль за рівнем тренуваності, втоми і відновлення організму спортсмена.

При адаптації організму до фізичних навантажень, перетренуванні, а також при патологічних станах в організмі змінюється обмін речовин приводить до появи в різних тканинах і біологічних рідинах метаболітів (продуктів обміну речовин), які відображають функціональні зміни і можуть служити біохімічними тестами або показниками їх характеристики. Тому в спорті нарівні з медичним, педагогічним, психологічним і фізіологічним контролем використовується біохімічний контроль за функціональним станом спортсмена.

У практиці спорту вищих досягнень звичайно проводять комплексні наукові обстеження спортсменів, що дають повну і об'єктивну інформацію про функціональний стан окремих систем і всього організму, про його готовність виконувати фізичні навантаження. Такий контроль на рівні збірних команд країни здійснюють комплексні наукові групи, до складу яких входить декілька фахівців: біохімік, фізіолог, психолог, лікар, тренер.

Завдання, види і організація біохімічного контролю

Визначення біохімічних показників обміну речовин вирішувати наступні завдання комплексного обстеження:

- контроль за функціональним станом організму спортсмена, який відображає ефективність і раціональність індивідуальної тренувальної програми, що виконується;

- спостереження за адаптаційними змінами основних енергетичних систем і функціональною перебудовою організму в процесі тренування;
- діагностика предпатологічних і патологічних змін метаболізму спортсменів.

Біохімічний контроль дозволяє також вирішувати такі завдання, як:

- виявлення реакції організму на фізичні навантаження;
- оцінка рівня тренуваності, адекватності застосування фармакологічних і інших відновлюючих засобів;
- ролі енергетичних метаболічних систем в м'язовій діяльності;
- впливу кліматичних чинників та ін.

У зв'язку з ним у практиці спорту використовується біохімічний контроль на різних етапах підготовки спортсменів.

У річному тренувальному циклі підготовки кваліфікованих спортсменів виділяють *різні види біохімічного контролю*:

- поточні обстеження, що проводяться повсякденно, відповідно до плану підготовки;
- етапні комплексні обстеження, що проводяться 3-4 рази в рік;
- поглиблені комплексні обстеження - 2 рази в рік;
- обстеження змагальної діяльності.

На основі поточних обстежень визначають функціональний стан спортсмена - один з основних показників тренуваності, оцінюють рівень термінового і віддаленого тренувального ефекту фізичних навантажень, проводять корекцію фізичних навантажень в ході тренування.

У процесі етапних і поглиблених комплексних обстежень спортсменів за допомогою біохімічних показників можна оцінити кумулятивний тренувальний ефект, причому біохімічний контроль дає тренеру, педагогу або лікареві швидко і досить об'єктивну інформацію про ріст

тренуваності і функціональні системи організму, а також інші адаптаційні зміни.

При організації і проведенні біохімічного обстеження особлива увага приділяється *вибору біохімічних показників* вони повинні:

- бути надійними,
- повинні повторюватися при багаторазовому контрольному обстеженні,
- інформативними, що відображають суть процесу, який вивчається,
- валідними або взаємопов'язаними зі спортивними результатами.

У кожному конкретному випадку визначаються різні біохімічні показники обміну речовин, оскільки в процесі м'язової діяльності по-різному змінюються окремі ланки метаболізму. Першочергове значення набувають показники тих ланок обміну речовин, які є основними в забезпеченні спортивної працездатності у даному вигляді спорту.

Важливе значення в біохімічному обстеженні мають методи визначення показників, що використовуються метаболізму, їх точність і достовірність.

Контроль за функціональним станом організму в умовах навчально-тренувального збору можна здійснювати за допомогою спеціальних діагностичних експрес-наборів для біохімічного аналізу сечі і крові. Засновані вони на здатності певної речовини (глюкози, білка, вітамінів, кетонів, сечовини, гемоглобіну, нітрату та ін.) реагувати з нанесеними на індикаторну смужку реактивами і змінювати забарвлення. Звичайно наноситься крапля, сечі, то досліджується на індикаторну смужку "Глюкотест", "Пентафан" і через 1 хв її забарвлення порівнюється з індикаторною шкалою, прикладеною до набору.

Одні і ті ж біохімічні методи і показники можуть бути використані для рішення різних задач. Так, наприклад, визначення вмісту лактату в крові

використовується при оцінці рівня тренуваності, спрямованості і ефективності вправи, що застосовується, а також при спортивному відборі для занять окремими видами спорту.

У залежності від задач, що вирішуються змінюються умови проведення біохімічних досліджень. Оскільки багато які біохімічні показники у тренуваного і не тренуваного організму в стані відносного спокою істотно не розрізняються, для виявлення їх особливостей проводять обстеження в стані спокою вранці натщесерце (фізіологічна норма), в динаміці фізичного навантаження або відразу після неї, а також в різні періоди відновлення.

При обстеженні спортсменів застосовуються різні типи тестуючих фізичних навантажень, які можуть бути стандартними і максимальними (граничними).

Стандартні фізичні навантаження - це навантаження, при яких обмежуються кількість і потужність роботи, що виконується. що забезпечується за допомогою спеціальних приладів ергометрів

Стандартні фізичні навантаження сприяють виявленню індивідуальних метаболічних відмінностей і використовуються для характеристики рівня тренуваності організму.

Максимальні фізичні навантаження застосовуються при виявленні рівня спеціальної тренуваності спортсмена на різних етапах підготовки. У цьому випадку використовуються навантаження, найбільш характерні для даного вигляду спорту. Виконуються вони з максимально можливою інтенсивністю для даної вправи.

Для велосипедистів найбільш відповідними є велоергометричні тести, для бігунів - бігові і т. д.

Тестові навантаження, специфічні за потужністю і тривалістю, повинні відповідати навантаженням, що використовуються спортсменом в процесі тренування.

Об'єкти дослідження і основні біохімічні показники

Об'єктами біохімічного дослідження є повітря, що видихається і біологічні рідини - кров, сеча, слина, піт, а також м'язова тканина.

1. *Повітря, що видихається.* Це основний об'єкт дослідження процесів енергетичного обміну, використання окремих енергетичних джерел у забезпеченні м'язової діяльності.

2. *Кров* використовується як один з найбільш важливих об'єктів біохімічних досліджень, оскільки в ній відбиваються всі метаболічні зміни в тканинних рідинах і лімфі організму. За зміною складу крові або рідкої її частини - плазми можна судити про гомеостатичний стан внутрішнього середовища організму або зміну його при спортивній діяльності. Для багатьох досліджень потрібна невелика кількість крові (0,01-0,05 мл), тому беруть її з безіменного пальця руки або з ребра мочки вуха. Після виконаної фізичної роботи забір крові - рекомендується провести через 3-7 хв, коли настають найбільші біохімічні зміни в ній.

При фізичних навантаженнях і впливі інших чинників середовища, а також при патологічних змінах обміну речовин або після застосування фармакологічних засобів вміст окремих компонентів крові істотно змінюється. Отже, за результатами аналізу крові можна охарактеризувати стан здоров'я людини, рівень його тренуваності, протікання адаптаційних процесів та ін.

3. *Сеча* певною мірою відображає роботу нирок - основного видільного органу організму, а також динаміку обмінних процесів в різних органах і тканинах. Тому за зміною кількісного і якісного її складу можна судити про етап окремих ланок обміну речовин, надмірному їх надходженню, порушенню гомеостатичних реакцій в організмі, в тому числі пов'язаних з м'язовою діяльністю. З сечею з організму виводяться надлишок води, велика кількість електролітів, проміжні і кінцеві продукти обміну речовин, гормони, вітаміни, чужорідні речовини.

Сеча не може бути достовірним об'єктом дослідження після короткочасних тренувальних навантажень, оскільки відразу після цього вельми складно зібрати необхідну для її аналізу кількість.

При різних функціональних станах організму в сечі можуть з'являтися хімічні речовини, не характерні для норми: глюкоза, білок, кетонів тіла, жовчні пігменти та ін. Визначення цих речовин в сечі може використовуватися в біохімічній діагностиці окремих захворювань, а також в практиці спорту для контролю ефективності тренувального процесу, стану здоров'я спортсмена.

4. *Слина* звичайно використовується паралельно з іншими біохімічними об'єктами. У слині визначають електроліти (Na^+ і K^+), активність ферментів (амілази), рН. Однак як об'єкт дослідження слина неотримала широкого поширення, оскільки склад її залежить не тільки від фізичних навантажень і пов'язаних з ними змін внутрішньоклітинного обміну речовин, але і від стану ситості ("голодна" або "сита" слина).

5. *Піт* в окремих випадках представляє інтерес як об'єкт дослідження. Необхідна для аналізу кількість поту збирається за допомогою бавовняної білизни або рушника, який замочують в дистильованій воді для витягання різних компонентів поту. Екстракт випаровують у вакуумі і піддають аналізу.

6. *М'язова тканина* є дуже показовим об'єктом біохімічного контролю м'язової діяльності, однак використовується рідко, оскільки зразок м'язової тканини необхідно брати методом *голчатої біопсії*. Для цього над м'язом, що досліджується робиться невеликий розріз шкіри і за допомогою спеціальної голки береться шматочок (проба) м'язової тканини (2-3 мг), яка відразу заморожується в рідкому азоті і надалі зазнає структурного і біохімічного аналізу. У пробах визначають кількість скорочувальних білків (актину і міозину), АТФ-азну активність міозину, показники енергетичного потенціалу (концентрацію АТФ, глікогену, креатинфосфату), продукти енергетичного обміну, електроліти і інші речовини. За їх змістом судять про склад і функціональну активність м'язів, її енергетичному потенціалі, а також змінах, які відбуваються при впливі однократного фізичного навантаження або довготривалого тренування.

При біохімічному обстеженні в практиці спорту використовуються наступні **біохімічні показники**:

- енергетичні субстрати (АТФ, КрФ, глюкоза, вільні жирні кислоти);
- ферменти енергетичного обміну (АТФ-аза, КрФ-кіназа, цитохромоксидаза, лактатдегідрогеназа та ін.);
- проміжні і кінцеві продукти обміну вуглеводів, ліпідів і білків(молочна і піровиноградна кислоти, кетонів тіла, сечовина, креатинін. креатин, сечова кислота, вуглекислий газ та ін.);
- показники кислотно-лужного балансу крові (рН крові);
- регулятори обміну речовин (ферменти, гормони, вітаміни, активатори, інгібітори);
- мінеральні речовини в біохімічних рідинах;
- анаболічні стероїди і інші заборонені речовини в практиці спорту (допінги), виявлення яких завдання допінгового контролю.

Основні біохімічні показники складу крові і сечі, їх зміна при м'язовій діяльності

Показники вуглеводного обміну

Глюкоза. Вміст глюкози в крові підтримується в межах 3,3 - 5,5 ммоль/л (80-120мг%).

У здорової людини в сечі глюкоза відсутня, однак може з'явитися при інтенсивній м'язовій діяльності, емоційному збудженні перед стартом і при надмірному надходженні вуглеводів з їжею (аліментарна глюкозурія) внаслідок збільшення її рівня в крові (стан гіперглікемії). Поява глюкози в сечі при фізичних навантаженнях свідчить про інтенсивну мобілізацію глікогену печінки. Постійна наявність глюкози в сечі є діагностичним тестом захворювання цукровим діабетом.

Молочна кислота. Гліколітичний механізм ресинтезу АТФ в скелетних м'язах закінчується утворенням молочної кислоти, яка потім поступає в кров. Вихід її в кров після припинення роботи відбувається ПОСТУПОВО, досягаючи

максимуму на 3-7-й хвилині після закінчення роботи. Вміст молочної кислоти в крові в нормі в стані відносного спокою становить 1-1,5 ммоль/л (15-30 мг%) і істотно зростає при виконанні інтенсивної фізичної роботи. При цьому накопичення її в крові співпадає з посиленням утворенням в м'язах, яка істотно підвищується після напруженого короткочасного навантаження і може досягнути біля 30 ммоль / кг маси при виснаженні. Кількість молочної кислоти більше у венозній крові, чому в артеріальній. З збільшенням потужності навантаження вміст її в крові може зростати у нетренованої людини до 5-6 ммоль/л, у тренovanого до 20 ммоль/л і вище. У аеробній зоні фізичних навантажень лактат становить 2-4 ммоль /л, у змішаній зоні - 4-10 ммоль / л, в анаеробній - більше 10 ммоль/л. Поріг анаеробного обміну (ГІАНО) відповідає -4 ммоль лактату в 1 л крові (це умовна межа анаеробного обміну або лактатний поріг).

Зниження концентрації лактату у одного і того ж спортсмена при виконанні стандартної роботи на різних етапах тренувального процесу свідчить про поліпшення тренуваності, а підвищення - про погіршення.

Значні концентрації молочної кислоти в крові після виконання максимальної роботи свідчать про більш високий рівень тренуваності при хорошому спортивному результаті або про більшу метаболічну місткість гліколізу, більшу стійкість його ферментів до зміщення рН в кислу сторону.

Таким чином, зміна концентрації молочної кислоти в крові після виконання певного фізичного навантаження пов'язана зі станом тренуваності спортсмена. За зміною її концентрації в крові визначають анаеробні гліколітичні можливості організму, що важливо при відборі спортсменів, розвитку їх рухових якостей, при контролі тренувальних навантажень і ходу процесів відновлення організму.

Покази ліпідного обміну

Вільні жирні кислот. и Будучи структурними компонентами ліпідів, рівень вільних жирних кислот в крові відображає швидкість ліполізу

тригліцеридів в печінці і жирових депо. У нормі вміст їх в крові становить 0,1-0,4 ммоль / л і збільшується при тривалих фізичних навантаженнях.

Кетонові тіла. Утворюються в печінці з ацетил-КоА при посиленому окисленні жирних кислот в тканинах організму. Кетонові тіла з печінки поступають в кров і доставляються до тканин, в яких велика частина використовується як енергетичний субстрат, а менша виводиться з організму. Рівень кетонових тіл в крові певною мірою відображає швидкість окислення жирів. Вміст кетонових тіл в крові в нормі відносно невелике - 8 ммоль / л. При накопиченні в крові до 20 ммоль/л (кетонемія) вони можуть з'явитися в сечі, тоді як в нормі в сечі кетонові тіла не виявляються. Поява їх в сечі (кетонурія) у здорових людей спостерігається при голодуванні, виключенні вуглеводів з раціону харчування, а також при виконанні фізичних навантажень великої потужності або тривалості. Цей показник має також діагностичне значення при виявленні захворювання цукровим діабетом, тиреотоксикозом.

Холестерин. Це представник стероїдних ліпідів, що не бере участь в процесах енергоутворення в організмі. Вміст холестерину в плазмі крові в нормі становить 3,9-6,5 ммоль • л і залежить від статі (у чоловіків вище), віку (у дітей нижче), дієти (у вегетаріанців нижче), рухової активності. Постійне збільшення рівня холестерину і його окремих ліпопротеїдних комплексів в плазмі крові служить діагностичним тестом розвитку важкого захворювання - атеросклерозу, що супроводиться враженням кров'яних судин.

Показники білкового обміну

Гемоглобін. Основним білком еритроцитів крові є гемоглобін, який транспортує кисень. Концентрація гемоглобіну в крові залежить від статі і від міри тренуваності та складає в середньому 7,5-8,0 ммоль/л у жінок і 8,0-10,0 ммоль/л - у чоловіків. Зі зростанням рівня тренуваності спортсменів у видах спорту на витривалість концентрація гемоглобіну в крові у жінок зростає в середньому до 10 ммоль/л, у чоловіків - до 12 ммоль / л. Збільшення вмісту гемоглобіну в крові певною мірою відображає адаптацію організму до фізичних навантажень в умовах гіпоксії.

Актин. Вміст актину в скелетних м'язах як структурний і скорочувальний білок істотно збільшується в процесі тренування. За його змістом в м'язах можна було б контролювати розвиток швидко-силових кісток спортсмена, однак визначення його вмісту в м'язах пов'язане з великими методичними ускладненнями. Проте після виконаних фізичних навантажень відмічається поява актину в крові, що свідчить про руйнування або оновлення міофібрилярних структур скелетних м'язів.

Сечовина. При посиленому розпаді тканинних білків, надмірному надходженні в організм амінокислот в печінці в процесі скріплення токсичної для організму людини аміаку (NH_3) синтезується нетоксична азотиста речовина - сечовина. З печінки сечовина поступає в кров і виводиться з сечею.

Концентрація сечовини в нормі в крові кожної дорослої людини індивідуальна в межах 3,5-6,5 ммоль/л. Вона може збільшуватися до 7-8 ммоль/л при значному надходженні білків з їжею, до 16-20 ммоль/л при порушенні видільної функції нирок, а також після виконання тривалої фізичної роботи за рахунок посилення катаболізму білків до 9 ммоль/л.

Виявлення білка в сечі. У здорової людини білок в сечі відсутній. Поява його (альбумінурія) відмічається при захворюванні нирок, а також при надмірному надходженні білків з їжею або після м'язової діяльності анаеробної спрямованості. Це пов'язано з порушенням проникності клітинних мембран нирок через закиснення організму і вихід білків плазми в сечу.

Креатин. У нормі в сечі дорослих людей креатин відсутній. Виявляється він при перетренуванні і патологічних змінах в м'язах, тому наявність креатину в сечі може використовуватися як тест при виявленні реакції організму на фізичні навантаження.

Показники рН організму

- *рН крові*- (7,35-7,45);

- *Активна реакція сечі (рН) знаходиться* в прямій залежності від кислотно-лужного балансу організму. При метаболічному ацидозі кислотність сечі збільшується до рН 5, а при метаболічному алкалозі знижується до рН 7.

Біологічно активні речовини - регулятори обміну речовин

Ферменти. Особливий інтерес в спортивній діагностиці представляють тканинні ферменти, які при різних функціональних станах організму поступають в кров з скелетних м'язів і інших тканин. Такі ферменти називаються клітинними, або індикаторними. До них відносяться альдолаза, каталаза, лактатдегідрогеназа, креатинкіназа та ін. Поява в крові індикаторних ферментів пов'язана з порушенням проникності клітинних мембран тканин і використовується при біохімічному контролі за функціональним станом спортсмена.

У спортивній практиці часто визначають наявність в крові таких тканинних ферментів процесів біологічного окислення речовин, як альдолаза - фермент гліколізу і каталаза - фермент, що здійснює відновлення водню. Поява їх в крові після фізичних навантажень є показником неадекватності фізичного навантаження, розвитку втоми, а швидкість їх зникнення свідчить про швидкість відновлення організму.

Гормони. При біохімічній діагностиці функціонального стану спортсмена інформативними показниками є рівень гормонів в крові. Можуть визначатися більше 20 різних гормонів, регулюючи різну ланку обміну речовин. Концентрація гормонів в крові досить низька і звичайно варіюється в межах від 10^{-8} до 10^{-11} моль • л, що утрудняє широке використання цих показників в спортивній діагностиці.

Величина зміни вмісту гормонів в крові залежить від потужності і тривалості навантажень, що виконуються, а також від міри тренуваності спортсмена.

Вітаміни Виявлення вітамінів в сечі входить в діагностичний комплекс характеристики стану здоров'я спортсменів, їх фізичної працездатності. У

практиці спорту частіше за все виявляють забезпеченість організму водорозчинними вітамінами, особливо вітаміном С. В сечі вітаміни з'являються при достатньому забезпеченні ними організму.

Мінеральні речовини

У м'язах утвориться неорганічний фосфат у вигляді фосфорної кислоти (H₃PO₄) при реакціях перефосфорилування у креатинфосфокіназному механізмі синтезу АТФ і інших процесах. За зміною його концентрації в крові можна судити про потужність креатинфосфокіназного механізму енергозабезпечення у спортсменів, а також про рівень тренуваності, оскільки приріст неорганічного фосфату в крові спортсменів високої кваліфікації при виконанні анаеробної фізичної роботи більше, ніж в крові менш кваліфікованих спортсменів.

Біохімічний контроль за розвитком систем енергозабезпечення

Спортивний результат певною мірою лімітується рівнем розвитку механізмів енергозабезпечення організму. Тому в практиці спорту проводиться контроль потужності, ємності і ефективності анаеробних і аеробних механізмів енергоутворення в процесі тренування, що можна здійснювати і за біохімічними показниками.

Для оцінки потужності і ємності креатинфосфокіназного механізму енергоутворення використовуються показники загального алактатного боргу, кількість креатинфосфату і активність креатинфосфокінази в м'язах. У тренуваному організмі ці показники значно вище, що свідчить про підвищення можливостей креатинфосфокіназного (алактатного) механізму енергоутворення.

Міру залучення креатинфосфокіназного механізму при виконанні фізичних навантажень можна оцінити також по збільшенню в крові змісту продуктів обміну КрФ в м'язах (креатину, креатиніну і неорганічного фосфату) або зміні їх вмісту в сечі.

Для характеристики гліколітичного механізму енергоутворення часто використовують величину максимального накопичення лактату в артеріальній крові при максимальних фізичних навантаженнях, а також величину загального і лактатного кисневого боргу, значення рН крові, вміст глюкози в крові і глікогену в м'язах, активність ферментів лактатдегідрогенази, фосфорилази та ін.

Про підвищення можливостей гліколітичного енергоутворення у спортсменів свідчить більш пізній вихід на максимальну кількість лактату в крові при граничних фізичних навантаженнях, а також більш високий його рівень. У висококваліфікованих спортсменів, що спеціалізуються в швидкісних видах спорту, кількість лактату в крові при інтенсивних фізичних навантаженнях може зростати до 26 ммоль /л і вище, тоді як у нетренованих людей максимально переносимо кількість лактату становить 5-6 ммоль/л, а 10 ммоль/л може призвести до смерті при функціональній нормі 1-1,5 ммоль/л. Збільшення ємності гліколізу супроводиться збільшенням запасів глікогену в скелетних м'язах, особливо в швидких волокнах, а також підвищенням активності гліколітичних ферментів.

Для оцінки потужності аеробного механізму енергоутворення частіше за все використовуються рівень максимального поглинання кисню (МГІК), час досягнення ПАНУ. Підвищення рівня O_2^{max} свідчить про збільшення потужності аеробного механізму енергоутворення.

Ефективність аеробного механізму енергоутворення залежить від швидкості утилізації кисню мітохондріями, що пов'язано передусім з активністю і кількістю ферментів окислювального фосфорилування, кількістю мітохондрій, а також від частки жирів при енергоутворенні. Під впливом інтенсивного тренування аеробний спрямованості збільшується ефективність аеробного механізму за рахунок збільшення швидкості окислення жирів і збільшення їх ролі в енергозабезпеченні роботи.

Біохімічний контроль за рівнем тренуваності, втоми і відновлення організму спортсмена

Рівень тренуваності в практиці біохімічного контролю за функціональним станом спортсмена оцінюється по зміні концентрації лактату в крові при виконанні стандартної або граничного фізичного навантаження для даного контингенту спортсменів. Про більш високий рівень тренуваності свідчать:

- менше накопичення лактату (в порівнянні з нетренованими) при виконанні стандартного навантаження, що пов'язано із збільшенням частки аеробний механізмів в енергозабезпеченні цієї роботи;
- більше накопичення молочної кислоти при виконанні граничної роботи, що пов'язано із збільшенням місткості гліколітичного механізму енергозабезпечення;
- підвищення ГІАНО (потужність роботи, при якій різко зростає рівень лактату в крові) у тренуваних осіб в порівнянні з нетренованими;
- більш тривала робота на рівні ПАН О;
- менше збільшення вмісту лактату в крові при зростанні потужності роботи, що пояснюється вдосконаленням анаеробних процесів і економічністю енерговитрат організму;
- збільшення швидкості утилізації" лактату в період відновлення після фізичних навантажень.

З збільшенням рівня тренуваності спортсменів у видах спорту на витривалість збільшується загальна маса крові: у мужчин — від 5—6 до 7—8 л, у жінок — від 4—4,5 до 5,5—6 л, що веде до збільшення концентрації гемоглобіну до 160—180 г • л⁻¹ — у мужчин і до 130—150 г • л⁻¹ — у жінок.

Контроль за процесами втоми і відновлення, які є невід'ємними компонентами спортивної діяльності, необхідні для оцінки переносимості фізичного навантаження та виявлення пере тренуваності, достатнього часу відпочину після фізичних навантажень, ефективності засобів підвищення працездатності.

Втома, викликана фізичним навантаженням максимальної та субмаксимальної потужності, пов'язана з виснаженням запасів енергетичних субстратів (АТФ, КрФ, глікогену) в тканинах, який забезпечують цей вид роботи, і накрпиченням продуктів їх обміну в крові (молочної кислоти, креатину, неорганічних фосфатів). Тому втома і контролюється за цими показниками. При виконанні тривалої напруженої роботи розвиток втоми виявляється за тривалим підвищенням рівня сечовини в крові після закінчення роботи та за зміною компонентів імунної системи крові і за зниженням вмісту гормонів у крові та сечі.

У спортивній практиці для виявлення втоми зазвичай визначають вміст гормонів симпато-адреналової системи (адреналіну і продуктів його обміну) у крові і сечі. Ці гормони відповідають за ступінь напруження адаптаційних змін в організмі. При функціональному стані організму, неадекватному фізичним навантаженням, спостерігається зниження рівня не тільки гормонів, а й попередників їх синтезу в сечі, що пов'язано з вичерпанням біосинтетичних резервів ендокринних залоз і вказує на перенапруження регуляторних функцій організму, що контролюють адаптаційні процеси.

Для ранньої діагностики пере тренуваності, прихованої фази втоми використовується контроль за функціональною активністю імунної системи. Для цього визначають кількість і функціональну активність клітин Т- і В-лімфоцитів: Т-лімфоцити забезпечують процеси клітинного імунітету і регулюють функцію В-лімфоцитів; В-лімфоцити відповідають за процеси гуморального імунітету і їх функціональна активність визначається за кількістю імуноглобулінів у сироватці крові.

Визначення компонентів імунної системи вимагає спеціальних умов та апаратури. При підключенні імунологічного контролю за функціональним станом спортсмена необхідно знати його вихідний імунологічний статус з наступним контролем в різні періоди тренувального циклу. Такий контроль дозволить запобігти зриву адаптаційних механізмів, вичерпання імунної системи і розвитку інфекційних захворювань спортсменів високої кваліфікації в

період тренувань і підготовки до відповідальних змагань (особливо при різкій зміні кліматичних зон).

Відновлення організму пов'язане з поповненням кількості витрачених під час роботи енергетичних субстратів та інших речовин. Їх відновлення і швидкість обмінних процесів відбуваються не одночасно. Знання часу відновлення в організмі енергетичних субстратів відіграє головну роль у правильній побудові тренувального процесу. Відновлення організму оцінюється за зміною кількості тих метаболітів вуглеводневого, ліпідного і білкового обмінів у крові та сечі, які істотно змінюються під впливом тренувальних навантажень. З вуглеводневого обміну частіше досліджують швидкість утилізації під час відпочинку молочної кислоти, з ліпідного – наростання вмісту жирних кислот і кетонів у крові, які в період відпочинку є головним субстратом аеробного окиснення. Однак, найбільш інформативним показником відновлення організму після м'язової роботи є продукт білкового обміну – сечовина. При м'язовій діяльності посилюється катаболізм тканинних білків, що сприяє підвищенню рівня сечовини в крові, тому нормалізація її вмісту в крові свідчить про відновлення синтезу білка у м'язах, а відповідно, і відновлення організму.

Контроль за застосуванням допінгу в спорті

На початку ХХ ст. в спорті для підвищення фізичної працездатності, прискорення процесів відновлення, поліпшення спортивних результатів стали широко застосовувати різні стимулюючі препарати, ті, що включають гормональні, фармакологічні і фізіологічні, так звані допінги. Використання їх не тільки створює нерівні умови при спортивній боротьбі, але і заподіює шкоду здоров'ю спортсмена внаслідок побічної дії, а іноді є причиною летального виходу. Регулярне застосування допінгів, особливо гормональних препаратів, спричиняє порушення функцій багатьох фізіологічних систем:

- серцево-судинної;

- ендокринної, особливо статевих залоз (атрофія) і гіпофіза, що приводить до порушення дітородної функції, появи чоловічих вторинних ознак у жінок і збільшення молочних залоз у чоловіків;

- печінки, набряки, цироз;

- імунної, що приводить до частих простуд, вірусних захворювань; нервової, що виявляється у вигляді психічних розладів (агресивність, депресія, безсоння);

- припинення зростання трубчастих кісток, що особливо небезпечно для зростаючого організму, та ін.

Класифікація допінгів

До засобів, які використовуються в спорті для підвищення спортивної майстерності, відносяться: допінги, допінгові методи, психологічні методи, механічні чинники, фармакологічні засоби обмеженого використання, а також харчові добавки і речовини.

За фармакологічною дією допінги діляться на п'ять класів:

1. Психостимулятори (амфетамін, ефедрин, фенамін, кофеїн, кокаїн);
2. Наркотичні засоби (морфін, алкалоїди-опіати, промедол, фентаніл);
3. Анаболічні стероїди (тестостерон і його похідні, метан-дростеполон, ретаболіл, андродіол), а також анаболічні пептидні гормони (соматотропін, гонадотропін, еритропоетин);
4. β -блокатори (анапримін, окспренолол, надолол, атенолол);
5. Діуретини (новурит, діхлотиазид, фуросемид (лазикс), клопамид, діакарб, верошпірон).

Допінги є біологічно активними речовинами, виділеними з тканин тварин або рослин, отримані синтетично, як і їх аналоги. Багато які допінги входять до складу ліків від простуди, грипу і інших захворювань, тому прийом

спортсменом ліків повинен узгоджуватися зі спортивним лікарем щоб уникнути прикросців при допінгконтролі.

До допінгових методів відносяться кров'яний допінг, різні маніпуляції (наприклад, придушення процесу овуляція у жінок та ін.).

Біологічна дія в організмі окремих класів допінгів різноманітна. Так, психостимулятори підвищують спортивну діяльність шляхом активації діяльності ЦНС, серцево-судинної і дихальної систем, що поліпшує енергетику і скорочувальну активність скелетних м'язів, а також знімають втому, додають упевненість в своїх силах, однак можуть привести до граничного напруження функцій цих систем і вичерпання енергетичних ресурсів. Наркотичні речовини придушують больову чутливість, оскільки є сильними анальгетиками, і віддаляють почуття втоми. Анаболічні стероїди посилюють процеси синтезу білка і зменшують їх розпад, тому стимулюють ріст м'язів, кількості еритроцитів, сприяючи прискоренню адаптації організму до м'язової діяльності і процесів відновлення, поліпшенню композиційного складу тіла. Бета-блокатори протидіють ефектам адреналіну і норадреналіну, що як би заспокоює спортсмена, підвищує адаптацію до фізичних навантажень на витривалість. Діуретини, або сечогінні засоби посилюють виведення з організму солей, води і деяких хімічних речовин, що сприяє зниженню маси тіла, виведенню заборонених препаратів.

При виборі тестуючи навантажень, слід враховувати, що реакція організму на фізичне навантаження може залежати від факторів, які не пов'язані з рівнем тренуваності. Зокрема, від виду навантаження, спеціалізації спортсмена, оточуючої обстановки, температури середовища, часу доби.

Виконуючи звичну роботу, спортсмен може здійснити її великий об'єм і досягнути значних метаболічних зсувів в організмі. Використовувані тестуючі навантаження, специфічні за потужністю і тривалістю, повинні відповідати навантаженням, що використовуються спортсменом в процесі тренування (для бігунів на короткі і надто довгі дистанції, навантаження повинні сприяти

прояву швидкості та витривалості). Важливо точно встановити їх потужність, інтенсивність і тривалість.

Зміна біохімічних показників під впливом фізичних навантажень залежить від ступеня тренуваності, об'єму виконаних навантажень, їх інтенсивності та аеробної або анаеробної спрямованості, а також від статі і віку.

Після стандартного фізичного навантаження більш значні біохімічні зміни спостерігаються у менш тренуваних людей, а після максимальних навантажень – у більш тренуваних. Після специфічних навантажень, близьких до змагальних, у тренуваному організмі відбудуться досить значні зміни, які нехарактерні для нетренуваних людей.