

**ЛЬВІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ**

**Кафедра біохімії та гігієни**

Трач В.М.

Сибіль М.Г.

Гложик І.З.

**Біохімічні фактори спортивної працездатності. Біохімічна характеристика окремих видів спорту**

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: Біохімічні фактори спортивної працездатності. Біохімічна характеристика окремих видів спорту**

### **План**

1. Біохімічна характеристика вправ, що належать до зони максимальної потужності.
2. Біохімічні зміни, що відбуваються в процесі тренувань зони субмаксимальної потужності.
3. Кумулятивні біохімічні ефекти від тренувальних занять в зоні великої та помірної потужності.
4. Біохімічні особливості циклічних видів спорту:
  - легка атлетика;
  - плавання;
  - веслування;
  - лижні перегони;
  - велосипедні кроси.
5. Біохімічна характеристика ациклічних видів спорту:
  - при заняттях спортивними іграми;
  - при заняттях гімнастикою;
  - при заняттях єдиноборствами.
6. Біохімічні основи розминання та біохімічні зміни у передстартовому стані.
7. Вплив середньогір'я на біохімічний статус спортсменів.

У біохімічних змінах, що виникають в організмі при заняттях деякими видами спорту, спостерігається важлива подібність. Це обумовлено рядом причин. По-перше, найбільш виражені зміни в організмі при м'язовій, діяльності зв'язані з механізмом енергетичного забезпечення роботи. Існує три основних механізми енергозабезпечення: аеробний - зв'язаний з використанням кисню повітря, анаеробний алактатний (креатинфосфатний) і анаеробний лактатний (гліколітичний). Участь різних механізмів в енергетичному забезпеченні роботи і обумовлені їх діяльністю біохімічні зміни в організмі визначаються рядом факторів,

тим чи іншим способом представлених у всіх видах спорту. Серед цих факторів в першу чергу необхідно виділити наступні:

- режим діяльності м'язів (статичний, динамічний, змішаний);
- кількість м'язів, які беруть участь у роботі;
- потужність і тривалість роботи.

Статичний режим діяльності переобтяжує кровообіг, постачання м'язів киснем і поживними речовинами, видалення продуктів розпаду. Це приведе до підвищення ролі анаеробних процесів в енергетичному забезпеченні роботи, тобто, робить її більш анаеробною. Навпаки, динамічний характер роботи сприяє кровообігу в працюючих м'язах, покращує їх постачання енергетичними субстратами, киснем, видаленню продуктів розпаду, тобто сприяє аеробізації роботи.

Виконання однієї і тієї ж роботи з участю різної кількості м'язових груп супроводжується різними біохімічними зсувами в організмі. Зменшення кількості м'язів, які беруть участь в роботі, підвищує роль анаеробних процесів в її енергетичному забезпеченні, тобто призводить до посилення анаеробних зсувів в організмі. Виконання інтенсивної м'язової роботи, з участю невеликої кількості м'язових груп може супроводжуватися значними анаеробними зсувами в самих працюючих м'язах. Але в організмі в цілому це може і не викликати суттєвих змін. Значні анаеробні зсуви в організмі відбуваються при виконанні інтенсивної м'язової роботи глобального характеру, яка здійснюється за участю великих м'язових груп.

Найбільш важливими факторами, що визначають характер і глибину біохімічних змін в організмі є потужність і тривалість вправи. Між потужністю і тривалістю вправи існує зворотня залежність: чим інтенсивніша робота, тим коротший час її можна виконувати. Більш чітко ця залежність проявляється в циклічних видах спорту, наприклад, в легкоатлетичному бігу; середня швидкість бігу швидко знижується зі збільшенням дистанції. Потужність і тривалість вправи визначають енергозатрати (загальні і за одиницю часу роботи), визначають участь різних енергоутворюючих механізмів в енергетичному забезпеченні роботи. В свою чергу, участь в

енергозабезпеченні різних механізмів перетворення енергії, ступінь їх активації в найбільшій мірі визначають характер і глибину біохімічних змін. Короткочасні вправи високої інтенсивності забезпечуються енергією переважно за рахунок анаеробних механізмів. Із збільшенням тривалості роботи зростає роль анаеробних процесів.

Різниця в енергетичному забезпеченні вправ різної потужності і тривалості лежить в основі поділу циклічних видів спорту на зони потужності. У відповідності з прийнятою класифікацією всі вправи циклічних видів прийнято ділити на чотири зони потужності: максимальну, субмаксимальну, велику і помірну. Вправи циклічних видів спорту, що попадають за своєю потужністю і тривалістю в одну і ту ж зону потужності, характеризуються подібністю біохімічних змін, хоч специфіка того чи іншого виду спорту може накладати відбиток на біохімічні зміни в організмі, і перш за все, на їх глибину.

Найбільше уявлення про біохімічні зсуви в організмі при виконанні вправ різних зон потужності можна отримати при аналізі легкоатлетичного бігу. Ні один інший циклічний вид спорту не має такого широкого діапазону потужності і тривалості вправ і такого високого ступеня їх градації.

### **Вправи максимальної зони потужності (біг на 100 і 200 м)**

Під час виконання короткочасної роботи в організмі не відбувається значних змін. Основний механізм енергозабезпечення при бігу на 100 м - креатинфосфатний; при бігу на 200 м значну роль відіграє і гліколіз. У м'язах відбувається зниження вмісту креатинфосфату і глікогену, підвищується вміст креатину, неорганічного фосфору, молочної кислоти, підвищується активність ферментів анаеробного обміну. Вихід молочної кислоти з м'язів у кров, що протікає відносно повільно, відбувається, в основному, після закінчення роботи. Як правило, після роботи максимальної інтенсивності найвищі концентрації в крові молочної кислоти спостерігаються на 5-10 хв. відновного періоду і досягають рівня 100-150 мг%. Це пов'язане не тільки із сповільненим виходом молочної кислоти з м'язів у кров, але із можливістю її утворення після роботи, через те, що ресинтез креатинфосфату частково відбувається за рахунок гліколізу.

Відбувається збільшення «легеневої вентиляції» споживання кисню, частоти серцевих скорочень. Але жоден із вказаних показників не досягає за час роботи своїх максимальних значень. Впродовж декількох секунд після закінчення роботи може відбуватися подальше збільшення частоти серцевих скорочень і споживання кисню.

Спожита за час роботи кількість кисню складає 6-10% від кисневого запиту, який при роботі максимальної інтенсивності може перевищувати 30 л/хв. Після роботи появляється значна величина кисневого боргу, яка містить алактану і лактатну фракції. При цьому після бігу на 200 м величина алактанної фракції наближається до свого максимального значення для даного піддослідного. Відновлення після роботи максимальної інтенсивності проходить порівняно швидко і завершується через 36-40 хв відновного періоду.

Кумулятивні зміни в організмі при тренуваннях вправами максимальної зони потужності полягають у нагромадженні в організмі креатинфосфату, глікогену м'язів, підвищенні активності ряду ферментів, особливо, АТФ-ази, креатинфосфокінази, ферментів гліколізу, підвищення вмісту скоротливих білків і інші зміни.

До вправ субмаксимальної зони потужності належать біг на 400 м, 400 м з бар'єрами, 800 м. Основним механізмом енергозабезпечення є ~~гліколіз~~, але важливу роль відіграє креатинфосфатний (на старті) і аеробний (в кінці дистанції) процеси. Значимість аеробного механізму підвищується зі збільшенням тривалості роботи (в межах даної зони потужності). Пробігання дистанції легкоатлетичного бігу, ~~є~~ в межах субмаксимальної зони потужності, супроводжується підвищенням активності ферментів енергетичного обміну, нагромадженням в організмі найбільших кількостей молочної кислоти - концентрація якої може досягати 250 і більше мг% (іноді навіть 450 мг%). Частина молочної кислоти зв'язується буферними системами організму, які вичерпують себе своєю ємністю при виконанні вправ цієї зони на 50-60%. Відбувається значний зсув рН внутрішнього середовища в кислий бік. Так, рН крові у кваліфікованих спортсменів може знижуватися до значень 6.7 - 7.0. Накопичення великих кількостей молочної кислоти в крові змінює

проникливість ниркових каналців, внаслідок чого в сечі з'являється білок. В м'язах, і зокрема в крові, підвищується вміст піровиноградної кислоти, креатиніну, фосфорної кислоти. Безпосередньо у процесі бігу на дистанції, які відносяться до зони субмаксимальної потужності, відбувається підвищення вмісту цукру в крові. Однак, через короткочасність роботи, це підвищення є незначним.

Легенева вентиляція і споживання кисню під час бігу наближається до своїх максимальних значень. Близько до максимальних значень сягає і частота серцевих скорочень (до 200 уд/хв і вище). Після бігу на 400 і 800 метрів у спортсменів зареєстровані близькі до максимальних для них величини кисневого боргу, що містять як алактатну, так і лактатну фракції.

Виконання вправ субмаксимальної вони потужності супроводжується значним зниженням вмісту внутрішньом'язових енергетичних субстратів - креатинфосфату і особливо глікогену. Витрата глікогену печінки через короткочасність роботи не є значною.

Тривалість відновного періоду після бігу на 400 і 800 м складає біля двох годин.

Кумулятивні біохімічні зміни, які проходять в організмі в процесі тренування до дистанції субмаксимальної зони потужності, полягають, перш за все, в нагромадженні в організмі субстратів енергетичного обміну (креатинфосфату, глікогену м'язів і печінки), підвищенні потужності і швидкості анаеробного гліколізу, яке забезпечується (крім збільшення вмісту глікогену в м'язах і печінці) збільшення кількості і активності ферментів гліколізу, підвищенням буферних можливостей організму і стійкості ферментів до змін рН. Збільшуються також можливості креатинфосфатного і аеробного процесів.

Біг на 1000 м, 1500 м, 3000 м і 3000 м з перешкодами відноситься до вправ великої зони потужності. Основним механізмом енергозабезпечення є аеробний процес. Але роль гліколізу ще досить висока, особливо на 1000 і 1500 м. Вміст молочної кислоти в крові після бігу на ці дистанції досягає 150 – 200 мг%. Основним джерелом енергії є глікоген м'язів та печінки, вміст якого в процесі роботи суттєво знижується. Про інтенсивне витрачання глікогену печінки засвідчує суттєве підвищення концентрації цукру в крові (до 250 мг%).

Основну кількість енергії дають аеробні процеси, діяльність яких посилюється до максимального рівня. Це забезпечується максимальним збільшенням споживання кисню, яке зберігається у кваліфікованих спортсменів практично впродовж всієї роботи і значним підвищенням активності ферментів аеробного обміну. Своєю чергою споживання кисню забезпечується посиленням діяльності дихальної і серцево-судинної систем (так, частота пульсу досягає 190 уд/хв і більше), а також підвищенням вмісту гемоглобіну в крові за рахунок виходу в кров'яне русло із депо багатого гемоглобіном крові.

Відбувається значне розігрівання організму, температура тіла може підвищитись до  $39^{\circ}\text{C}$  і більше. Це підвищує потовиділення, яке супроводжується виносом із організму мінеральних речовин, частини продуктів анаеробного обміну. Однак, суттєві зсуви в водно – сольовому балансі організму спостерігаються тільки під час бігу на 3000 м і 3000 м з перешкодами. Тривалість відновного періоду після бігу на дистанції даної зони потужності складає близько доби.

Кумулятивні біохімічні зміни, які формуються в процесі тренування до дистанцій зони великої потужності, спрямовані першочергово на збільшення можливостей аеробного і анаеробного (гліколітичного) механізмів енергозабезпечення. Вони полягають у збільшенні вмісту гемоглобіну крові і його спорідненості до кисню, міоглобіну в м'язах, джерел енергії, які легко мобілізуються (глікогену м'язів і печінки, внутрішньом'язових запасів ліпідів), у збільшенні кількості активності ферментів аеробного обміну, кількості мітохондрій у м'язах. Суттєві зміни відбуваються в серці, розміри якого збільшуються, в судинній системі (зростає, зокрема, кількість капілярів в м'язах, що забезпечують виконання специфічної для бігуна роботи) і в інших органах і тканинах.

Зміни, які забезпечують підвищення анаеробних гліколітичних можливостей аналогічні тим, які відбуваються у бігунів, що спеціалізуються в бігу на дистанції субмаксимальної зони потужності, але менш виражені.

Біг на довгі і наддовгі дистанції і спортивна ходьба відносяться до вправ помірної зони потужності. Витрати за одиницю часу при бігу на ці дистанції порівняно невеликі, але загальні енерговитрати великі і можуть досягати 2000 ккал і

більше. Основний механізм енергозабезпечення аеробний. Анаеробні процеси можуть відігравати деяку роль тільки при стартовому розбігу, ривках на дистанції, на фініші.

Анаеробні зсуви в організмі, як правило, бувають незначними, величина кисневого боргу, що утворюється після такої роботи, невелика. Робота відбувається в істинно стійкому стані, тобто аеробні процеси, проходять за рахунок кисню, повністю задовільняють енергетичні потреби роботи. Рівень  $O_2$ -споживання на дистанціях помірної зони потужності нижчий за максимальний для даного спортсмена.

У якості джерел енергії використовуються вуглеводи і ліпіди, вміст яких до кінця роботи помітно змінюється. Концентрація цукру в крові на початку роботи підвищується, але потім, по мірі вичерпання вуглеводних ресурсів печінки, знижується. До 40 – 50 хв роботи вміст цукру в крові повертається до рівня ~~енергії~~ і якщо робота триває довше цього періоду, цукор може знизитись нижче цього рівня. У зв'язку з цим у змаганнях на довгі дистанції застосовується додаткове харчування. З використанням ліпідів в якості джерела енергії пов'язане підвищення вмісту в крові проміжних продуктів ліпідного обміну: вільних жирних кислот, ацетооцтової кислоти,  $\beta$  – гідрооксимаєляної кислоти, ацетону. Робота супроводжується великими витратами води і мінеральних речовин. Останнє є однією з важливих причин при бігу на довгі і наддовгі дистанції. Тому бігуни на довгі і наддовгі дистанції і представники інших видів спорту, що відносяться до цієї зони потужності, потребують підвищеного вмісту солей  $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  фосфорної кислоти і деяких інших мінеральних речовин в харчових раціонах. При тривалій роботі відбуваються суттєві зміни в білковому обміні: знижується вміст структурних білків, білків ферментів, хромопротеїдів (міоглобіну і гемоглобіну), нуклеопроїдів і інше. Причина цього - неузгодженість процесів розпаду і синтезу білка. Процеси розпаду білків при роботі не тільки продовжуються, але і посилюються внаслідок високої інтенсивності обміну речовин, великого функціонального навантаження, яке поширюється під час роботи м'язів на структурні і інші білки. Процеси ж синтезу білка, що потребують для свого протікання енергії АТФ, під час роботи



призупиняються через дефіцит АТФ, яка використовується в процесі енергетичного забезпечення роботи.

Впродовж бігу на довгі дистанції можуть відбуватися суттєві зміни у гормональній діяльності (знижується продукція гормонів), що веде до зниження їх вмісту в крові.

Відновний період після бігу на довгі і наддовгі дистанції триває до 3-х і більше діб.

Кумулятивні біохімічні зміни при тренуванні до дистанцій зони помірної потужності забезпечують переважно підвищення можливостей аеробного механізму перетворення енергії. Зазвичай, вони більш виражені, ніж у бігунів на дистанції зони великої потужності. Особливо суттєво збільшується вміст глікогену в печінці, ліпідів, що легко мобілізуються, міоглобіну в м'язах, кількості мітохондрій і ферментів аеробного обміну. Помітно збільшуються розміри серця, кількість м'язових капілярів, поліпшується регуляція діяльності серцево-судинної та дихальної системи.

Біохімічні зміни при вправах інших циклічних видів спорту принципово не відрізняються від змін при легкоатлетичному бігу на дистанції відповідних зон потужності. Але специфіка виду спорту може накладати на ці зміни відбиток, впливаючи, головним чином, на глибину зсувів.

**Плавання.** Основні дистанції спортивного плавання відносяться до вправ субмаксимальної, великої і помірної зон потужностей. Бо за своїм характером біохімічні зміни в організмі плавців подібні до змін, що відбуваються при виконанні відповідних за тривалістю бігових вправ. Особливості біохімічних змін при плаванні пов'язані, перш за все, з водним середовищем. Крім енергозатрат, що забезпечують виконання роботи, плавання характеризується великими втратами тепла, що викликані високою теплопровідністю води. Теплопровідність води приблизно в 4 рази перевищує теплопровідність повітря. Це обумовлює більш суттєву витрату енергетичних субстратів у плавців.

Водне середовище перешкоджає потовиділенню і втраті з потом проміжних і кінцевих продуктів метаболізму, води, мінеральних речовин. У зв'язку з цим при плаванні зсуви в організмі спортсменів завжди бувають більш значними,

ніж при відповідних за тривалістю вправах легкоатлетичного бігу. В крові нагромаджуються більш значні кількості молочної і піровиноградної кислот, продуктів білкового обміну, більш суттєво вичерпуються буферні системи. Значніші концентрації продуктів метаболізму виявляються у плавців у сечі.

У зв'язку з великими енергозатратами у плавців енергійніше під час роботи використовуються ліпіди. З цим пов'язане підвищення вмісту в крові і в сечі продуктів ліпідного обміну.

Суттєвий вплив на білковий обмін плавців має виражений силовий характер плавання. Це викликає часткове руйнування білкових структур м'язів і пояснює підвищений вміст в крові і сечі - продуктів білкового обміну.

**Веслування.** Різні дистанції академічної греблі, греблі на байдарках і каное належать до вправ субмаксимальної, великої і помірної потужностей. Греблю можна розглядати як типову циклічну вправу. Найбільш виражені біохімічні зміни в організмі пов'язані з діяльністю провідних для кожної дистанції механізмів енергозабезпечення, наявність силового компонента в греблі викликає суттєві зміни в білковому обміні і появу в крові і в сечі, поряд з продуктами енергетичного метаболізму продуктів білкового обміну. Кумулятивні біохімічні зміни при веслуванні (поряд з нагромадженням енергетичних субстратів, ферментів енергетичного обміну, підвищенням вмісту гемоглобіну в крові і міоглобіну в м'язах, розширенням обсягу буферних резервів в організмі та інші.) полягають і в нагромадженні скорочувальних білків, структурної перебудови скоротливого апарату м'язів, змінах в серцево-судинній системі.

**Лижні перегони.** Дистанція лижних перегонів належить до вправ помірної інтенсивності. Головним механізмом енергозабезпечення є аеробний процес. В цілому робота відбувається в істинному стійкому стані. Але при подоланні підйомів, яких як правило, багато на окремих відрізках лижних перегонів, велике значення має гліколіз. При цьому утворюються значні кількості молочної кислоти, яка на наступних рівнинних ділянках траси чи спусках може заокиснюватись і таким чином усуватись з організму. Частина її окиснюється до  $\text{CO}_2$  і  $\text{H}_2\text{O}$  (переважно у м'язі серця), частина використовується на ресинтез глікогену у печінці у, частина виділяється з потом і сечею.

Лижні перегони характеризуються великим загальним об'ємом затрат енергії (до 3000 ккал і більше)що, пов'язано не тільки з енергозабезпеченням м'язової роботи, але і з великими тепловтратами у зв'язку з низькою температурою оточуючого середовища. Запаси ліпідів і вуглеводів в організмі в значній мірі виснажуються. Має місце також значна втрата води і мінеральних речовин, що пов'язане з посиленням потовиділення. Особливо багато втрачається фосфату, натрію і калію. Тривала напружена м'язова діяльність веде до зниження вмісту в організмі структурних м'язових білків, білків - ферментів, хромопротеїдів (гемоглобіну, міоглобіну, цитохромів). До закінчення даної роботи в крові підвищується вміст продуктів білкового обміну - сечовини, аміаку. Підвищується їх вміст в сечі.

Зміни вмісту цукру в крові при лижних перегонах аналогічні змінам у бігунів на довгі дистанції - підвищення на початку роботи і зниження до норми і навіть нижче норми через 40-50 хв роботи.

Кумулятивні біохімічні зміни, що відбуваються під впливом тренування в організмі лижника-гоночника, принципово не відрізняються від змін в організмі представників інших циклічних видів спорту зони помірної потужності. Але зміни, що пов'язані з підвищенням резервних можливостей лактатного анаеробного процесу, виражені більш помітно.

**Швидкісний біг на ковзанах.** Дистанції швидкісного бігу на ковзанах перебивають три зони потужності: субмаксимальну, велику, помірну. Зсуви в організмі ковзаняра, як правило, менше виражені, ніж у представників інших циклічних видів спорту, відповідних зон потужностей. Це пов'язано з особливістю пози ковзаняра, яка може перешкоджати прояву спортсменом своїх «функціональних можливостей». Наявність статичного компонента у позі ковзаняра призводить до виникнення застійних явищ у м'язах спини, значним анаеробним зсувам в них. Але в кінцевому рахунку, ці зсуви виявляються не настільки значними, щоб суттєво вплинути на зміни в організмі спортсменів в цілому.

В іншому і термінові, і кумулятивні біохімічні зміни в організмі ковзанярів мало відрізняються від зсувів у представників інших циклічних видів спорту відносних зон потужностей.

**Велосипедні перегони.** Статичне положення тіла велосипедиста, виражена локальність роботи роблять велосипедні перегони в деякій мірі подібними до швидкісного бігу на ковзанах. Зсуви в організмі велосипедиста, як і в ковзаняра, за характером подібні до змін у бігунів на дистанції, що відповідають за тривалістю велосипедним перегонам, але менш виражені.

Дуже суттєві зсуви відбуваються в організмі велосипедистів, які приймають участь у багатоденних перегонах. Щоденна велика витрата енергетичних субстратів, втрати води, мінеральних речовин, зсувів білкового обміну, ще призводять до зниження вмісту структурних білків, білків-ферментів, гемоглобіну та інших білків і ці зміни накопичуються з кожним днем. Це веде до значної втрати ваги спортсмена до кінця багатоденних перегонів. Харчування спортсмена, учасника багатоденних перегонів, повинно включати, поряд з вуглеводами і ліпідами, легкозасвоювані білки (переважно у вигляді бульйонів, препаратів, що містять білкові гідролізати) підвищені кількості мінеральних речовин, особливо солей натрію, калію, фосфорної кислоти, вітамінів.

Біохімічні зміни, що відбуваються в організмі спортсменів при заняттях різними видами спорту; суттєво залежать від їх кваліфікації. Особливо чітко це проявляється у циклічних видах спорту. Кваліфікація спортсмена, в першу чергу, впливає на глибину біохімічних зсувів, що відбуваються під час роботи. Більш треновані спортсмени - представники циклічних видів спорту - виконують роботу більшої інтенсивності (долають дистанцію за менший час). Це і визначає значніші зсуви у них під час роботи.

### **Біохімічні зсуви в організмі при заняттях спортивними іграми**

Спортивні ігри являють собою роботу поперемінної інтенсивності. Періоди напруженої м'язової роботи, які забезпечуються енергією переважно за рахунок анаеробних процесів, чергуються з відносно спокійними етапами, коли можливості аеробного енергозабезпечення повністю покривають енергетичні потреби організму і відбувається ліквідація продуктів анаеробного обміну. У зв'язку з тим спортсменам - ігровикам необхідно володіти достатньо високим рівнем розвитку всіх трьох механізмів енергозабезпечення – алактатним і лактатним анаеробним та аеробним. Алактатний анаеробний механізм забезпечує енергією стрибки, швидкі і

короткі старти. Лактатний анаеробний - більш довгий період напруженої роботи. Рівень розвитку аеробного процесу визначає загальну працездатність спортсмена, його здатність швидко відновлюватися. Біохімічні зміни при спортивній грі визначаються тим, в якій мірі кожен з перерахованих механізмів перетворення енергії залучається в енергетичне забезпечення роботи, тобто від характеру гри.

Деякий виняток складають волейбол і хокей з шайбою. Для волейболу найбільш важливим є алактатний анаеробний механізм, що забезпечує енергією багаточисленні вистрибування і аеробний процес, що забезпечує швидке відновлення запасів креатинфосфату і загальний рівень функціональної активності при роботі.

У хокеїстів, у яких гра складеться із порівняно короткочасних періодів дуже високої активності розподілених 3-5 хв періодами відпочинку, анаеробні можливості (алактатні і лактатні) мають дуже велике значення. Кожен вихід хокеїста в процесі гри на лід веде до нагромадження в організмі великої кількості продуктів анаеробного метаболізму. Частина їх встигає ліквідуватися за час відпочинку хокеїста на лаві запасних. Але в цілому впродовж гри відбувається поглиблення зсувів. Велике значення дій швидкісного усунення продуктів анаеробного обміну має рівень розвитку аеробних можливостей.

Характерною особливістю всіх спортивних ігор є більш високий, ніж у представників інших видів спорту, вміст цукру в крові, який утримується на високому рівні порівняно тривалий час. Усе це пов'язано з великим емоційним напруженням спортсменів ігровиків, що супроводжується посиленою продукцією адреналіну і норадреналіну, вплив яких пов'язаний із розщепленням глікогену в печінці і зростанням рівня глюкози в крові.

### **Біохімічні зміни при заняттях спортивною і художньою гімнастикою.**

Біохімічні зсуви в організмі спортсменів, що спеціалізуються в спортивній і художній гімнастиці, не настільки значні, як у представників циклічних видів спорту. Основну кількість енергії постачають аеробні процеси. Такі елементи як стрибки, підскоки і т. п. забезпечуються енергією за рахунок алактатного анаеробного механізму.

У деяких випадках (наприклад, при утримуванні "хреста" на кільцях) до енергетичного забезпечення залучається анаеробний гліколіз. Наявність силових елементів у програмі гімнаста підвищує вміст в крові продуктів білкового метаболізму. Глибина біохімічних змін, що відбуваються в організмі гімнаста, визначається складністю програми, майстерністю гімнаста.

### **Біохімічні зсуви при заняттях єдиноборствами**

Дати визначену картину біохімічних змін в організмі спортсменів під час занять єдиноборствами неможливо. Так, біохімічні зміни борців, боксерів, фехтувальників повністю залежать від характеру поєдинку. Поряд із зсувами, що пов'язані з діяльністю аеробного механізму енергозабезпечення, в організмі відбуваються і анаеробні зсуви. Підвищується вміст молочної кислоти, який може сягати 150 і більше мг%. У штангістів велике значення має анаеробний механізм енергозабезпечення. Наявність силових компонентів у вправах штангістів, борців викликає підвищення вмісту в організмі продуктів білкового метаболізму, наприклад сечовини.

### **Біохімічна характеристика розминання. Біохімічні зміни у передстартовому стані.**

Біохімічні зміни відбуваються в організмі не тільки в процесі безпосереднього виконання роботи, але і перед її початком - у передстартовому стані. Передстартові зміни мають умовно-рефлекторний характер. Провідна роль у їх появі належить симпато-адреналовій системі. У передстартовому стані відбувається посилення діяльності ряду залоз внутрішньої секреції, зокрема, наднирників. Особливо посилюється утворення адреналіну. Під його впливом посилюються процеси розщеплення глікогену у печінці, мобілізація депонованого жиру, підвищується активність ферментів, зокрема, ферментів енергетичного обміну. В крові підвищується вміст енергетичних субстратів: глюкози, вільних жирних кислот, кетонових тіл. Посилюється діяльність серцево-судинної і дихальної систем, підвищується вміст гемоглобіну в крові за рахунок виходу з депо

багатої еритроцитами крові. Все це забезпечує збільшення споживання організмом кисню, підвищує кисневу ємність крові, покращує постачання тканин киснем і енергетичними субстратами.

Адреналін стимулює також вільне окиснення в тканинах (не зв'язане з ресинтезом АТФ), що призводить до звільнення енергії у вигляді тепла. Це викликає підвищення температури м'язів (і організму в цілому), що підвищує їх еластичність та інші властивості, які забезпечують більш ефективне виконання роботи.

Передстартові зміни в організмі знаходяться у відповідності з наступною роботою і відповідають їй за характером і глибиною. Чим важча робота, тим глибші зсуви у передстартовому стані.

Відповідність передстартових зсувів тим змінам, які pojawiaються під час самої роботи за характером і глибиною залежать від рівня тренуваності спортсмена - чим вища кваліфікація, тим більше виражена ця відповідність.

Передстартові зміни в організмі, особливо зміни, що відповідають передстартовій роботі, слід розглядати як явище позитивне. Вони готують організм до наступної роботи. Недостатньо виражені передстартові зміни в організмі створюють несприятливі передумови щодо наступної після «старту» роботи. Надмірні ж зсуви і особливо ті, що виникають занадто швидко, можуть призвести до виснаження залоз внутрішньої секреції, перевитрат енергетичних субстратів та інших змін, результатом яких може бути зниження працездатності і спортивного результату.

Вмію виконане розминання може нормалізувати передстартові зсуви в організмі. При недостатньо глибоких передстартових зсувах енергійно виконане розминання буде сприяти поглибленню біохімічних змін, приведенню їх в більшу відповідність з наступною роботою. Навпаки, при надмірно глибоких передстартових зсувах розминання повинно бути помірно інтенсивним, більш спокійним. Це забезпечує згладжування передстартових біохімічних змін в організмі і застерігає від небажаних наслідків.

## **Вплив середньогір'я на біохімічні зміни у спортсменів при тренуваннях і змаганнях.**

Гори прийнято діли на три категорії: низькогір'я - до 1000 м над рівнем моря, середньогір'я - від 1000 до 3000 м над рівнем моря, високогір'я - вище 3000 м над рівнем моря.

Хоча специфічні особливості гірського клімату проявляються вже починаючи з висоти 500 м над рівнем моря, найбільший інтерес для спортивної практики являє саме середньогір'я. На висоті вище 3000 м працездатність падає настільки, що тренуватися і виступати у змаганнях практично неможливо. На висоті, що не перевищує 1000–1500 м вплив особливостей гірського клімату виражений слабше.

Основними особливостями гірського клімату, що впливають на людину на висоті, є:

- понижений парціальний тиск  $O_2$ ;
- розріджена атмосфера, що призводить до "вимивання" з організму  $CO_2$ ;
- підвищена сухість повітря.

В атмосферному повітрі міститься приблизно 21% кисню. При звичайному атмосферному тиску (760 мм рт ст) частка кисню складає біля 160 мм рт.ст (парціальний тиск кисню –  $pO_2$ ). При такому парціальному тиску приблизно 96% гемоглобіну, що проходить через легені, насичується киснем.

На висоті тиск падає, знижується і парціальний тиск кисню також, що в свою чергу, веде до зниження насичення гемоглобіну киснем. Залежність між парціальним тиском кисню і насиченням гемоглобіну має складний характер. На початку зниження  $pO_2$  не супроводжується різким спадом насичення гемоглобіну киснем. При зниженні  $pO_2$  наполовину ще приблизно 80% гемоглобіну виявляється насиченим киснем. На висоті 2000 м над рівнем моря парціальний тиск  $O_2$  складає біля 120 мм рт.ст. При цьому дещо знижується і насичення крові киснем. В умовах звичайної діяльності здорова людина, а тим більше спортсмен, цього практично не відчуває. Але при напруженій м'язовій роботі це стає відчутним. Знижується кількість кисню, що надходить до м'язів, результатом чого є зниження аеробних можливостей. Падає працездатність, в



першу чергу, під час виконання вправ, в яких частка, аеробного енергозабезпечення складає значний відсоток. Зниження аеробних можливостей в середньогір'ї веде до того, що роль анаеробних механізмів енергозабезпечення при будь-яких видах напруженої роботи підвищується.

Анаеробні можливості в умовах середньогір'я практично не знижуються. Спортивні результати у вправах переважно анаеробного напрямку не знижуються. До цих видів роботи належать, зокрема, вправи циклічних видів спорту тривалістю до 1 хвилини.

Розріджена атмосфера гірської місцевості сприяє "вимиванню" з організму  $\text{CO}_2$ , що знижує концентрацію  $\text{CO}_2$  в крові (гіпокапнія). Посилене "вимивання"  $\text{CO}_2$  з організму зсуває кислотно-лужну рівновагу організму в лужний бік. Відбувається збільшення резервної лужності організму, що в свою чергу, сприяє підвищенню лактатних анаеробних можливостей.

Деякому збільшенню анаеробних можливостей в гірській місцевості сприяють і особливості діяльності в цих умовах залоз внутрішньої секреції. На висоті, зокрема, слабшає діяльність щитоподібної залози. Зменшення продукції тироксину викликає зниження чутливості головного мозку до зниженого парціального тиску кисню, продуктів анаеробного обміну. Сухе гірське повітря підвищує втрати організмом вологи через органи дихання і потовиділення. Саме це значно підвищує потребу у воді під час перебування в гірській місцевості.

Адаптація організму спортсмена при тренуванні в середньогір'ї полягає, з одного боку, в посиленні діяльності органів і систем, що відповідають за споживання, транспорт і використання кисню в організмі, з другого боку відбувається збільшення анаеробних можливостей, які компенсують недостатнє надходження кисню в організм. Зміни відбуваються як на рівні організму, так і на клітинному рівні. На рівні організму відбувається посилення діяльності серцево-судинної і дихальної систем, покращується регуляція їх діяльності. Також збільшується кількість еритроцитів в крові, що підвищує дихальну поверхню крові. Як результат попередніх змін, підвищується вміст гемоглобіну в еритроцитах. У крові зростає кількість новоутворених "молодих" еритроцитів

ретикулоцитів. В м'язах підвищується вміст міоглобіну, збільшується число мітохондрій, кількість і активність ферментів аеробного обміну.

Підвищення ролі анаеробних реакцій при виконанні м'язової роботи в умовах середньогір'я супроводжується збільшенням у м'язах анаеробних можливостей у зв'язку зі збільшенням концентрації креатинфосфату, глікогену, кількості і активності ферментів гліколізу, підвищення буферних можливостей організму, збільшенням резервної лужності і деякими іншими змінами.

Вказані зміни відбуваються вже при простому перебуванні на височині, особливо у осіб малотренованих. Але в цьому випадку вони слабо виражені. Спортивне тренування в гірській місцевості значно посилює адаптаційні біохімічні зміни.

Настання адаптаційних змін забезпечується посиленням процесів синтезу білка (білків ферментів, структурних білків, хромопротеїдів - гемоглобіну, міоглобіну, цитохромів і т.п.). Саме з цієї причини посилення білкового синтезу під час тренування в горах суттєво підвищує потребу організму спортсменів у білках. Посилений синтез хромопротеїдів, які містять і своєму складі іони заліза, підвищує потребу організму в цьому хімічному елементі. Підвищується також потреба у вітамінах, особливо, у вітамінах групи В, РР, що беруть участь у побудові небілкової частини ферментів енергетичного обміну.

Перші помітні ознаки акліматизації виявляються через 12-14 днів тренувань в горах. Швидкість адаптаційних змін впродовж тривалого перебування в горах поступово знижується. Через 2-3 місяці тренування в середньогір'ї швидкість цих змін стає дуже низькою, цей термін слід розглядати як найбільший при організації тренувальних зборів у середньогір'ї.

Таким чином, тренування в умовах середньогір'я викликає в організмі цілий ряд біохімічних і регуляторних змін, які призводять до підвищення як аеробних, так і анаеробних можливостей. Після спуску на рівнину це забезпечує підвищення як загальної, так і спеціальної працездатності, перш за все, у видах спорту, в яких спортивний результат визначається найвищим рівнем розвитку механізмів енергозабезпечення. Зміни, що відбуваються в організмі при тренуванні в середньогір'ї після спуску на рівень моря зберігаються впродовж 1, 5 і більше місяців.