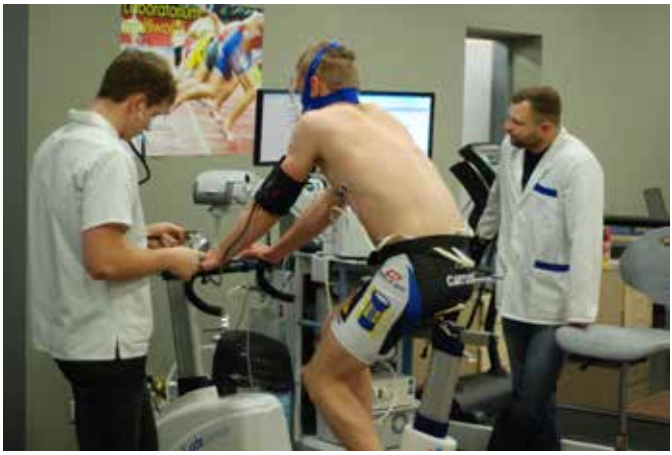


Біохімічна діагностика в спорті

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ІНСТИТУТ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ І СПОРТУ

Біохімічна діагностика в спорті

Навчальний посібник

Дніпропетровськ

Видавництво, ДДІФКіС, 2015

Біохімічна діагностика в спорті.

Навчальний посібник.

Дніпропетровський державний інститут фізичної культури і спорту (ДДІФКіС). -

Дніпропетровськ: ДДІФКіС, 2015. - 280 с.

Анатоція

У навчальному посібнику авторами зроблена спроба підсумувати результати літературного аналізу головних проблем клінічної біохімії в спорті та при заняттях масовими видами фізичних вправ з оздоровчою спрямованістю. Охарактеризовані основні біохімічні маркери функціональної діагностики метаболізму у спортсменів. Описані сучасні можливості лабораторної діагностики в спорті. Наведені приклади уніфікованих діагностичних комплексів для оцінки тренувальних ефектів у представників різних видів спорту. Дане видання відрізняється від попередніх комплексністю і індивідуалізацією організації біохімічного контролю у сфері фізичної культури і спорту. Навчальний посібник призначений для студентів вищих навчальних закладів фізичної культури і спорту, які навчаються за спеціальностями «фізичне виховання», «спорт (за видами)», «фізична реабілітація» освітньо-кваліфікаційного рівня «спеціаліст», «магістр», а також для тренерів, лікарів клінічних спеціальностей, спортивних лікарів, слухачів факультетів підвищення кваліфікації.

Розробники

Мелешко Віктор Іванович – доцент кафедри анатомії, біомеханіки і спортивної метрології ДДІФКіС;

Самошкін Владлен Валентинович – завідувач кафедри анатомії, біомеханіки і спортивної метрології ДДІФКіС, доцент.

Рецензенти

Афанасьев Сергій Миколайович – перший проректор з навчально-педагогічної роботи ДДІФКіС, доцент;

Майкова Тетяна Володимирівна – завідувач кафедри фізичної реабілітації ДДІФКіС, професор.

Розглянуто на засіданні кафедри анатомії, біомеханіки і спортивної метрології ДДІФКіС.

Протокол № 9,

від 11 квітня 2016 року

Затверджено на засіданні науково-методичної ради ДДІФКіС.

Протокол №

від __ червня 2016 року

Мелешко В. І. Біохімічна діагностика в спорті: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів фізичної культури і спорту, тренерів, лікарів клінічних спеціальностей, спортивних лікарів, слухачів факультетів підвищення кваліфікації /В.І.Мелешко, В.В.Самошкін. – Дніпропетровськ: ДДІФКіС, 2015. – 280с.»

@ В. І. Мелешко, 2016

ЗМІСТ

Вступ 11

1. Загальні положення організації біохімічного контролю у сфері фізичної культури і спорту 12

1.1 Завдання, види і організація біохімічного контролю

1.2 Тестові фізичні навантаження

1.3 Об’єкти біохімічних досліджень в спорті

1.3.1 Видихуване повітря

1.3.2 Піт

1.3.3 Слина

1.3.4 М’язова тканина

1.3.5 Сеча

1.3.6 Кров

1.4 Головні біохімічні показники складу крові і сечі та їх зміни при м’язовій діяльності

1.4.1 Показники вуглеводного обміну

1.4.2 Показники ліпідного обміну

1.4.3 Показники білкового обміну

1.4.4 Показники кислотно-лужного обміну стану організму

1.4.5 Біологічні активні речовини-регулятори обміну речовин

1.4.6 Біохімічний контроль розвитку систем енергозабезпечення організму при м’язовій діяльності

1.4.7 Біохімічний контроль за рівнем тренованості, розтренованості, перетренованості, стомлення і відновлення організму спортсмена

1.4.8 Контроль за використанням допінгу в спорті

2. Біохімічні маркери функціональної діагностики у сфері фізичної культури і спорту

2.1 Спектр біохімічних маркерів різних видів обстеження

2.1.1 Поглиблене медичне обстеження

2.1.2 Етапне медичне обстеження

2.1.3 Контрольне медичне обстеження

2.2 Оцінка стану організму і готовності до підвищених навантажень

2.3 Об’єктивні маркери стану м’язової тканини і інших систем організму при оцінці адекватності фізичних навантажень

2.4 Біохімічні маркери пере напруженості

2.5 Біохімічні маркери тренованості

2.6 Спектр біохімічних маркерів оцінки впливу фізичних навантажень на організм спортсменів

2.6.1 Маркери контролю об’єму фізичних навантажень

2.6.2 Маркери контролю інтенсивності фізичних навантажень

2.6.4 Маркери відновлення організму після фізичних навантажень

2.6.5 Маркери пошкодження м’язової тканини

2.7 Механізми пошкодження м’язової тканини

3. Сучасні можливості лабораторної діагностики в спорті

3.1 Послуги в галузі лабораторної діагностики на основі сучасних лабораторних технологій

3.2 Обов’язкова лабораторна програма поглиблених медичних спостережень

3.3 Додаткова лабораторна програма поглиблених медичних спостережень

3.4 Використання можливостей спортивно-генетичного тестування

3.5 Лабораторний контроль при етапних комплексних обстеженнях

3.6 Необхідні лабораторні дослідження при поточному обстеженні

4. Прикладні аспекти біохімічного контролю в сфері фізичної культури і спорту

4.1 Оцінка функціонального стану веслувальників-академістів методами біохімічного контролю

4.2 Оптимізація режимів тренувальної роботи у веслуванні на байдарках і каное

4.3 Біохімічні критерії відбору перспективних спортсменів на прикладі веслувального спорту

4.4 Індивідуалізація спеціальної фізичної підготовки кваліфікованих веслярів на байдарках і каное

4.5 Циркадні ритми метаболічних систем як показник стану організму спортсменів

4.6 Зони інтенсивності тренувальних навантажень в легкій атлетиці

4.7 Гіпотеза біохімічної інтерпретації та головні параметри закономірностей метаболічного забезпечення бігових навантажень

4.8 Використання лактату крові для управління навчально-тренувальним процесом в плаванні

4.9 Динаміка вмісту сечовини крові плавців віком 13-14 років

4.10 Діагностичні комплекси в плаванні

4.11 Гематологічний моніторинг функціонального стану футболістів високої кваліфікації на протязі змагального сезону

4.12 Модельні характеристики показників функціонального стану висококваліфікованих футболістів

4.13 Оптимізація навчально-тренувального процесу футболістів параолімпійської збірної команди України

4.14 Біохімічний контроль в спортивній діяльності бадмінтоністів

4.15 Ліпідний обмін при заняттях фізичною культурою

5. Лабораторні дослідження в клініці

5.1 Біохімічні константи та елементи клінічної біохімії. Діагностичне значення

5.2 Склад сечі людини

5.3 Склад цільної крові, плазми сироватки крові людини

5.4 Ферменти, ізоферменти і діагностичне значення їх визначення

5.5 Найбільш ефективні комбінації біохімічних тестів в діагностиці захворювань

ВИСНОВКИ

ЛІТЕРАТУРА

ДОДАТОК А. Біохімічна діагностика функціонального стану спортсмена за рівнем гормонів в крові і сечі.

ДОДАТОК Б. Таблиця лабораторних показників.

ДОДАТОК В. Одиниці вимірювань.

ДОДАТОК Г. Критичні точки фізичних навантажень переважно аеробної спрямованості і можливості класифікації таких навантажень.

ДОДАТОК Д. Вміст молочної кислоти в крові при тренуванях на витривалість різного характерую

ДОДАТОК Е. Швидкість бігу при стандартному рівні накопичення молочної кислоти в крові і максимальні значення її вмісту на фініші.

ДОДАТОК Ж. Вміст молочної кислоти крові у футболістів після спеціального тесту на різних етапах підготовки.

ДОДАТОК И. Швидкість бігу при різних рівнях накопичення молочної кислоти в крові і споживання кисню у юних спортсменів.

ДОДАТОК К. Зміна м’язових метаболітів глікогену м’язів в широкому м’язі стегна у спринтерів.

ДОДАТОК Л. Відмінності в рівні молочної кислоти, pH крові і дефіциту O_2 при гранічних навантаженнях на швидкісної витривалості.

ДОДАТОК М. Максимальна концентрація молочної кислоти в артеріальній крові після спринтерських дистанцій.

ДОДАТОК Н. Видові відмінності відношення маси серця до маси тіла і відносне VO_2 max.

ДОДАТОК П. Алактатні анаеробні енергетичні критрії фізичної роботоздатності спортсменів.

ДОДАТОК Р. Гліколітичні анаеробні енергетичні критрії фізичної роботоздатності спортсменів.

ДОДАТОК С. Аеробні енергетичні критерії фізичнорї роботоздатності спортсменів.

В С Т У П

Характерними рисами сучасного спорту вищих досягнень є значне його омолодження і не уклінне зростання спортивних результатів. Постійно вдосконалюються форми та методи тренувального процесу. Цілеспрямована багаторічна підготовка та виховання спортсменів високого класу – це складний процес, якість якого визначається рядом факторів. Одним з таких факторів є система комплексного контролю на різних етапах підготовки спортсменів. У контролі за перебігом підготовки спортсмена приймають участь тренери, педагоги, психологи, лікарі, фізіологи, біохіміки, імунологи та інші спеціалісти. Контроль, як правило, базується не лише на низці важливих педагогічних критеріїв, а на комплексі показників який дає можливість об’єктивно оцінити індивідуальні особливості підготовки спортсменів.

Система комплексного контролю в спорті включає в себе наступні підсистеми: педагогічного, біологічного, психологічного контролю; метрологічного забезпечення комплексного контролю, автоматизованої обробки результатів вимірювань на основі використання ЕОМ, створення(моделювання) тестуючи впливів на спортсмена. Біохімічний контроль – це система параметрів, засобів, методів, алгоритмів та заходів з оцінки адаптації організму спортсмена (під впливом занять спортом), включаючи оцінку загальної і

спеціальності робото здатності, спрямованості тренувальних навантажень, змагальної діяльності та виявлення застосування допінгу.

В даний час в спорті вищих досягнень використовують наступні види контролю (обстеження): поточний контроль, оперативний контроль, етапні комплексні обстеження, поглиблені комплексні обстеження, обстеження змагальної діяльності. У номенклатурі параметрів комплексного контролю основних груп видів спорту (циклічні, швидкісно-силові, одноборства, спортивні ігри, складно координаційні, технічні, інтелектуальні) підсистем біохімічного контролю використовується у всіх видах контролю.

1.1 Завдання, види і організація біохімічного контролю

Комплексний контроль в підготовці спортсменів включає в себе підсистеми педагогічного, біохімічного, медико-біологічного, біохімічного, психологічного, метрологічного контролю. [В. В. Иванов, 1987]

Біохімічний контроль – це система параметрів, засобів, методів, алгоритмів і заходів по оцінці адаптації організму спортсмена (під впливом занять спортом), включаючи оцінку загальної роботоспроможності, спрямованості тренувальних занять, переносимості тренувальних навантажень, змагальної діяльності, виявлення використання допінгів, тощо.

Біохімічні дослідження в практиці фізичної культури і спорту дають найбільш об’єктивну інформацію про стан організму тоді, коли поєднуються з педагогічними, медико-біологічними та психофізіологічними методами контролю. Але не виключається і самостійне використання біохімічних методів з метою оцінки стану здоров’я, тренованості, відповідні реакції організму на тренувальні навантаження, протікання відновлювальних процесів, попередження перевтомлення і пере тренованості, діагностики ефективності використання спеціальних засобів та методів під час тренувань і змагань тощо.

Фізична робото спроможність є чутливим показником загального стану організму і його стійкості до різних неблагоприємних факторів, що порушують гомеостаз і сприяють розбалансованість функцій центральної нервової системи.

Як відмічається у програмі, запропонованій Міжнародним комітетом по стандартизації тестів функціонального стану, визначення фізичної роботоспроможності людини складається з чотирьох наступних розділів: медичний огляд; визначення будови і складу тіла; визначення реакції різних систем організму на фізичне навантаження; визначення здатності до виконання комплексу фізичних навантажень. Крім таких обстежень за стандартною програмою у практиці спорту отримали розповсюдження методи біохімічного

контролю на основі метаболічної характеристики змагальної діяльності спортсмена у обраному виді спорту. [В. А.Рогозкин, 1988]

В кожному біохімічному дослідженні виділяють три етапи: отримання біологічного матеріалу; біохімічний аналіз цього матеріалу; зіставлення отриманих результатів з нормативними величинами для здорових людей, з результатами інших подібних досліджень.

В практиці біохімічного контролю в спорті частіше всього досліджують кров (венозну, капілярну з пальця чи мочки вуха), сечу, проби видихуваного повітря, м'язову тканину (після голчатої біопсії). Іноді біохімічні дослідження проводяться з пробами поту та слини, але отримувані при цьому результати являються менш інформативними.

Під час організації і проведення біохімічних досліджень особливу увагу необхідно приділяти відбору тестових біохімічних показників. Вони повинні бути: точними і вірогідними, надійними і здатними відтворюватися та повторюватися під час чисельних контрольних досліджень, інформативними, придатними відзначати сутність досліджуваних процесів, валідними чи взаємозв'язаними із спортивними результатами.

В кожному конкретному випадку визначаються різні тестуючі біохімічні показники обміну речовин, так

як в процесі м’язової діяльності по різному змінюються окремі лануючи метаболізму. Першочергово значення набувають показники тих лануючих обміну речовин, які є головними у забезпеченні спортивної роботоспроможності в даному виді спорту.

Одні і ті ж біохімічні методи і показники можуть бути використані для вирішення різних завдань. Так, наприклад, визначення вмісту молочної кислоти в крові використовується під час оцінювання рівня тренованості, спрямованості і ефективності тренувальних вправ, а також при відборі осіб для занять окремими видами спорту.

В залежності від часу реєстрації біохімічних показників їх можна розглянути як до робочі, робочі і після робочі. Так як багато біохімічних показників у тренованого і не тренованого організмів в стані відносного спокою істотно не відрізняються, то для виявлення їх особливостей проводять дослідження не лише в стані спокою вранці після туалету краще сидячи (фізіологічна норма), але і в динаміці фізичного навантаження (до навантаження після розминки, в різні терміни під час та після навантаження), а також в різні періоди відновлювального процесу. Порівняння змін, які спостерігаються у біохімічних показниках в спокої до фізичного навантаження, під час його виконання та у відновлювальному періоді дозволяє отримати уявлення про характер метаболічних процесів в організмі.

Вибір методів біохімічних досліджень залежить від конкретних завдань цих досліджень. Для оцінки загальної та спеціальні тренованості велике значення має вибір тестових навантажень у відповідності з спеціалізацією та класифікацією спортсмена, так як в стані спокою біохімічні відмінності між тренованим та нетренованим організмом чітко виявляються лише в хімічному складі м’язової тканини, та внутрішніх органів, а в крові, сечі, видихуваному повітрі та інших доступних біологічних матеріалах досліджень ці відмінності проявляються лише в відповідних реакціях на тестове навантаження.

За вимогами Всесвітньої організації охорони здоров'я до тестуючи навантажень: навантаження повинні підлягати кількісному вимірюванню; точному відтворюванню при повторному використанні; залучати в роботу не менше двох третин м'язового масиву і забезпечувати максимальну інтенсифікацію фізіологічних систем; характеризуватися простотою і доступністю; повністю виключити складно координаційні рухи; забезпечувати можливість реєстрації фізіологічних показників під час виконання тесту.

Під час обстеження спортсменів використовують різні типи тестуючи фізичних навантажень, які можуть бути стандартними і максимальними (граничними).

Стандартні фізичні навантаження –це навантаження, при яких обмежується кількість і потужність виконуваної роботи, що забезпечується за допомогоюспеціальних приладів – ергометрів. Найбільш часто використовують степоергометрію (сходження в різному темпі на сходинку чи сходи різної висоти, наприклад, Гарвардський степ-тест); велоергометрію (фіксовану роботу на велоергометрі), навантаження на тредмілістрічці, що рухається з фіксованою швидкістю. В даний час існують діагностичні комплекси, що дозволяють виконувати спеціальне дозоване фізичне навантаження: тредміл для плавання, ергометри для веслярів, інерційні велоергометри для велогонщиків, тощо. Стандартні фізичні навантаження сприяють виявленню індивідуальних метаболічних відмінностей і використовуються для характеристики рівня тренованості організму.

Максимальні фізичні навантаження застосовуються при виявленні рівня спеціальної тренованості спортсмена на різних етапах підготовки. В даному випадку використовують навантаження, що найбільш характерні для даного виду спорту. Виконуються вони з максимально можливою інтенсивністю для даної вправи [Н. И. Волков та інш., 2000].

Для оцінки фізичної роботоспроможності в стандартних умовах використовують наступні методи

ергометричних фізичних навантажень:неперервні, рівномірної інтенсивності; ступенево-зростаючі з інтервалом відпочинку після кожної сходинки; ступенево-зростаючі без інтервалів відпочинку; неперервні, рівномірно зростаючої потужності. При тестуванні спортсменів, як правило, використовують ступенево-зростаючі фізичні навантаження (по 1хв.) без інтервалів відпочинку.

За рекомендацією комітету експертів Всесвітньої організації охорони здоров'я для дітей і жінок тест необхідно розпочинати з навантаження потужністю 25 ват (~150кг.м.хв.$^{-1}$), підвищуючи кожну наступну сходинку на 25 ват. Для чоловіків початкове навантаження повинне складати 50 ват (~300кг.м.хв.$^{-1}$), а кожна наступна сходинка – зростати на 50 ват. Для дітей рекомендують наступні потужності ергометричних навантажень. 10-12 років: 1ват.хв.$^{-1}$ на 1кг маси; 13-14 років: 1,5ват.хв.$^{-1}$ на 1кг маси; 15-17 років: 2ват.хв.$^{-1}$ на 1гк маси тіла. Співвідношення різних розмірностей вираження потужності: 1ват = 14,34кал.хв.$^{-1}$= 6·11кг.м.хв.$^{-1}$

1.2 Тестові фізичні навантаження

<u>«Популярні ергометричні тести фізичної культури і спорту»</u>

I. <u>Тест ступенево-зростаючого навантаження.</u>

Використовується для комплексної оцінки максимальної аеробної та анаеробної роботоспроможності спортсменів. Початкова величина навантаження (2хв.) підбирається таким чином, щоб забезпечити зростання ЧСС до 130-140уд.хв.$^{-1}$ чи споживання кисню до 1,5л.хв.$^{-1}$. В кожні наступні 2хв. навантаження збільшується на рівну величину. Для велоергометра: 450, 900, 1350, 1800кт.м.хв.$^{-1}$ і т.д.; для тредміла: 2.5, 3.0, 3.5, 4.0, 4.5м.с.$^{-1}$ і т.д. Така регламентація навантаження повинна забезпечити проходження 5-6 сходинок, аж до нового виснаження досліджуваного. Розрахунок головних біоенергетичних критеріїв здійснюється за результатами прямої реєстрації показників газообміну і вмісту молочної кислоти в крові під час виконання вправи. Величина максимального споживання кисню ($\tilde{V}O_2max$) служить критерієм аеробної потужності. Можливе визначення критичної потужності (Wкр.) чи швидкості, при якій вперше досягається $\tilde{V}O_2max$. Аеробна ефективність визначається за показниками: кисневого еквіваленту роботи (КЕР – це кількість кисню, що споживається на кожному метрі подоланого шляху) та порогу анаеробного обміну (ПАНО). Анаеробна ємність оцінюється за максимальними величинами накопичення молочної кислоти в крові, що реєструється відразу по закінченню тесту.

II. <u>Тест на утримання критичної потужності.</u>

Орієнтований на вибіркову оцінку показників аеробної ємності. Регламент тестування передбачає виконання до відмови вправи на критичній потужності/швидкості (Wкр.) після стандартної 5-хвилинної розминки. Визначення показників аеробної ємності і час утримання $\tilde{V}O_2max$ здійснюється на основі неперервних змін газообміну і вмісту молочної кислоти в крові. Загальна кількість кисню, що споживається в надлишку від рівня спокою під час роботи, визначається як кисневий прихід вправи, і ця величина є кількісною оцінкою аеробної ємності спортсмена.

III. Тест одноразової граничної роботи.

Призначений для вибіркової оцінки гліколітичної анаеробної потужності. Підбір параметрів тестуючої вправи повинен забезпечити максимальну інтенсифікацію анаеробних перетворень в працюючих м'язах і гранично високу швидкість утворення кисневого боргу і швидкість накопичення молочної кислоти в крові. Цьому завданню в найбільшій мірі відповідає виконання на велоергометрі хвилинної граничної роботи чи так званий Вінгейт-тест (виконання вправи граничної інтенсивності на протязі 30с.) Результати цих тестів цілком ідентичні.

IV. Тест повторної граничної роботи.

Повторне виконання граничної вправи дозволяє досягати максимальних значень концентрації молочної кислоти в

крові та в тканинах, приводить до самих значних зрушень кислотно-лужної рівноваги і утворення максимального кисневого боргу. Випробування в цьому тесті дає можливість вибірково оцінити анаеробну гліколітичну ємність. Програма стандартизованих лабораторних досліджень передбачає три- чи чотириразове повторення хвилинних сеансів повторної роботи (відпочинок – 1хв.) на велоергометрі, що приведе до повного виснаження досліджуваного.

V. Тест максимальної анаеробної потужності – МАМ.

Призначений для вибіркової оцінки алактатної анаеробної потужності. Він заключається у виконанні короткотермінового вибухового зусилля на протязі 5-10 секунд. В цьому часовому інтервалі головним джерелом енергії являється алактатний анаеробний процес. В якості стандартизованих лабораторних процедур виконується робота на велоергометрі з максимальною потужністю, чи біг вверх по сходам з достатньо великим нахилом – від 30 до 40°. В останньому випадку відносна потужність, тобто значення потужності, що приходиться на кожну одиницю ваги тіла, чисельно рівна значенню вертикальної швидкості бігу вверх по сходам.

VI. Тест повторного навантаження максимальної анаеробної потужності.

Призначений для вибіркової оцінки алактатної анаеробної ємності. Програмою тестування

передбачається повторення до відмови короткотермінових вправ максимальної потужності через постійні інтервали відпочинку, недостатні для відновлення алактатних анаеробних резервів в працюючих м'язах. В роботі на велоергометрі цьому режимові відповідає повторне виконання 10-секундних вправ максимальної потужності через 30-секундні інтервали відпочинку. В якості кількісної оцінки алактатної анаеробної ємності звичайно використовують показники загального числа повторів вправ на максимальній потужності чи загальної кількості роботи, виконаної до моменту зниження максимальної потужності.

Перераховані вище стандартизовані лабораторні ергометричні тести мають свої аналоги серед спеціальних тестів для різних видів спорту. Тестово ступенево-зростаючого навантаження (тест I) за своєю спрямованістю відповідає використовуваний в легкій атлетиці повторний біг на дистанції 1000м з поступово зростаючою швидкістю. Тесті на утримання критичної потужності (тест II) відповідають випробування в контрольному бігу на 2000м і в тесті Купера (дистанція бігу, яка долається за 12хв.). Тест одноразового граничного навантаження (тест III) має свої аналоги в спортивній практиці: випробування в контрольному бігуна дистанції 300 чи 400м, плаванні на 50 і 100м, «човниковому» бігу на майданчику, в баскетболі, повторному бігу 6×54м в хокеї [Н. И. Волков, 1989].

Використання всього набору стандартизованих лабораторних і спеціальних тестів дозволяє отримувати точну кількісну оцінку для кожного параметру аеробного і анаеробних компонентів витривалості спортсменів.

Під час вибору тестових навантажень необхідно враховувати, що реакція організму людини на фізичне навантаження може залежати і від факторів, безпосередньо не зв'язаними з рівнем тренованості, а саме від виду тестуючих вправ, спеціалізації спортсмена, а також від навколишніх умов, температури середовища, часу доби, тощо.

Виконувати звичну для себе роботу, спортсмен здатен виконати її великий об'єм і досягти значних метаболічних зрушень в організмі. Особливо виразно це проявляється при тестуванні анаеробних можливостей, які вельми специфічні і в найбільшому ступені проявляються лише при роботі, до якої спортсмен адаптований. Отже, для велосипедистів найбільш придатними є велоергометричні тести, для бігунів – бігові, тощо. Але це не означає, що для легкоатлетів чи спортсменів інших видів спорту не можна використовувати велоергометричні тести, які дозволяють найбільш точно врахувати об'єм виконаної роботи. Але велосипедисти при велоергометричному тестуванні будуть мати перевагу у порівнянні з представниками інших видів спорту тієї ж кваліфікації, і які

спеціалізуються у вправах, що відносяться до тієї ж зони відносної потужності.

Використовувані тестові навантаження, які специфічні за потужністю і тривалістю, повинні відповідати навантаженням, що застосовуються в процесі тренування. Наприклад, для легкоатлетів-бігунів, що спеціалізуються на коротких і недовгих дистанціях, тестуючи навантаження повинні бути різними и сприяти прояву їх головних рухових якостей – швидкості чи витривалості. Важливою умовою застосування тестуючих фізичних навантажень є точне визначення їх потужності, інтенсивності і тривалості.

На результати дослідження впливає також температура навколишнього середовища, час тестування і стан здоров'я. Більш низька робото спроможність спостерігається при підвищеній температурі середовища, а також в ранкові і вечірні години. До тестування, які до занять спортом, особливо з максимальними навантаженнями, повинні допускатися тільки повністю здорові спортсмени, тому лікарський огляд повинен передувати іншим видам контролю.

Контрольне біохімічне тестування переводиться вранці краще після відносного відпочинку на протязі доби. При цьому повинні дотримуватися приблизно однакові умови зовнішнього середовища, які впливають на результати тестування.

Зміна біохімічних показників під впливом фізичних навантажень залежить від ступеня тренованості, об’єму виконаних навантажень, їх інтенсивності і анаеробної чи аеробної спрямованості, а також від статі і віку досліджуваних. Під час стандартного фізичного навантаження значні біохімічні зрушення виявляються у менш тренованих людей, а після максимальних – у високо тренованих. При цьому після виконання специфічних для спортсменів навантажень в умовах змагання чи у вигляді прикидок в тренованому організмі можливі такі значні біохімічні зміни, які не характерні для нетренованих людей [Н. И. Волков, 2000].

1.3.1 Видихуване повітря

Видихуване повітря- один з основних об’єктів дослідження процесів енергетичного обміну в організмі спортсменів, використання окремих енергетичних джерел в енергозабезпеченні м’язової діяльності. Збір видихуваного повітря здійснюється за допомогою маски з клапаном, що дозволяє спрямовувати видихуване повітря в спеціальний дихальний мішок. За допомогою приладів газо-аналізаторів в видихуваному повітрі визначається вміст кисню і вуглекислого газу. Порівнюючи вміст цих газів в видихуваному і видихуваному(тобто атмосферному) повітрі можна розрахувати наступні показники: максимальне споживання (VO2, max); кисневий приход (кількість кисню що використовується під час роботи зверх рівня

спокою); кисневий борг (алактатний, лактатний); дихальний коефіцієнт.

Для визначення VO2, max і кисневого приходу видихуване повітря збирається під час виконання роботи, а для розрахунку кисневого боргу після завершення роботи. Співвідношення кількостей споживаного кисню і видихуваного вуглекислого газу в певній мірі відображає інтенсивність процесів енерго обміну, частку в них анаеробних и аеробних механізмів в ре синтезу АТФ.

Піт в певних випадках представляє інтерес як об’єкт біохімічного дослідження. Для збору поту використовують бавовняну білизну, в якій досліджуваний виконує фізичні навантаження або ж досліджуваного після завершення роботи витирають бавовняним рушником. Потім білизну чи рушник замочують в дистильованій воді, де розчиняються компоненти поту. Отриманий після випарювання в вакуумі концентрований розчин підлягає хімічному аналізу. Дослідження поту дозволяють оцінити стан мінерального обміну, так як з потом в першу чергу виділяються з організму мінеральні речовини.

1.3.3 Слина.

В даний час в спортивній практиці все частіше застосовуються різні біохімічні методи оцінки тренованості спортсменів. Біохімічні дослідження або

проводяться самостійно , або входять до комплексний медико- біологічний контроль підготовки спортсменів високої кваліфікації . Об'єктами біохімічних досліджень зазвичай є кров, сеча , видихається повітря, рідше - піт і слина. У деяких випадках проводиться дослідження м'язових біоптатів . З перерахованих об'єктів найбільш доступною є слина. Однак на практиці внаслідок відсутності достовірної інформації про залежність змін хімічного складу і властивостей слини від характеру навантажень і рівня тренованості дослідження слини проводиться рідко . У цьому зв'язку нами проведено аналіз літератури , присвяченої вивченню слини і особливо біохімічним зрушенням , що відзначаються в ній при виконанні навантажень різної інтенсивності та обсягу спортсменами різних спеціалізацій.Функції і хімічний склад слини в нормі Слина поряд з кров'ю і сечею є важливою біологічною рідиною організму і головним компонентом ротової рідини. У добу , в основному в денний час , виділяється до 600 мл слини з середньою швидкістю 0.32 мл / хв , а при прийомі їжі - 2-7 мл / хв. Підщелепні слинні залози секретують близько 60 % середньодобового обсягу слини, привушні - 3035 % і під'язикові - 5 % [1]. Слина виконує надзвичайно важливі функції. По-перше, це - " змащення" поверхні зубів і слизових оболонок, а також харчової грудки, що забезпечують містяться в слині білки - муцини. По-друге, ферменти серозного секрету слинних залоз пригнічують мікрофлору, що визначає антимікробну функцію створюваного слиною обвалаківают покриття. І, нарешті,

в третьому, в результаті регулювання мінерального складу слини мінерал зв'язують білками забезпечується підтримку довговічності емалі зубів [2]. Надзвичайно важливою для прояву біологічних функцій є білкова фракція слини. Слід зазначити, що вона складається як із специфічних білків слини, так і з ферментів , що не володіють тканинної специфічністю , але несуть цілком певну, притаманну слині функціональне навантаження. Найбільш велику групу складають білки, багаті амінокислотою пролином, на які припадає 70 % від усіх білків слини. Ці білки мають схожий амінокислотним складом і містять: 40-45% проліну і близько 20 % гліцину і аспарагина . Однак за своїми розмірами вони досить гетерогенні , їх молекулярна маса коливається в діапозоні від 6 до 36 кДа . У слині також містяться білки цістатіна , які ще в меншій кількості (до 1 %) зустрічаються в сльозах , сечі і спермі . Як відомо , ці білки є інгібіторами цистеїнових протеїназ , причому в слині містяться цістатіна типу II , що мають малий розмір і здійснюють захист від протеїназ бактеріального та запального походження, що володіють противірусною і протипухлинною ефектом. Мінорну фракцію (< 1 %) складають багаті гистидином (до 20 %) гістатіни , які пригнічують виділення гістаміну огрядними клітинами , нейтралізують бактеріальні ендотоксини, причому їх синтез зменшується при СНІДі . У слині також виявлений білок статерін , що є кислим фосфопротеинов і володіє здатністю інактивувати деякі бактерії і гриби. У слині його міститься до 5% , в сльозах і носової слизу

його не більше 1 % [3] . Ферменти слини досить різноманітні , але у них практично немає особливої специфічності в порівнянні з ферментами інших тканин. Основним ферментом є α - амілаза , що розщеплює крохмаль до трісахаріди , на частку якої припадає більше 15 % від усіх білків слини. У слині також присутній одна з 8 форм Zn2 + -яке містить ферменту карбангідрази IV , прискорюючого оборотну гідратацію CO2 , причому це - та ж форма , що і в молоці , але інша, ніж в клітинах крові , мозку , нирок. У слині присутня мінорна фракція лізоциму (< 1 % білків , у той час як в сльозах , слизу носа і бронхів він становить > 15 %). Лізоцим надає лизирующие дію на бактерії за рахунок гідролізу зв'язку (N- ацетил) глюкозаміну з його О- лактільним аналогом в пептідогліканов бактеріальних мембран, що може бути одним з механізмів природженого імунітету. І, нарешті , в слині присутня лактопероксидаза, що є гемопротеинов і окислююча багато субстрати за рахунок H_2O_2, проявляючи тим самим антимікробну дію. Така коротка білково- ферментна характеристика слини здорових людей, активно не займаються спортом. Надалі розглядаються зміни у змісті білкових і ферментних компонентів слини при виконанні різних фізичних навантажень в ході спортивних змагань. Слід також очікувати, що у складі слини можуть бути присутніми низькомолекулярні органічні сполуки (глюкоза, сечовина, амінокислоти, креатинін, лактат та ін), проникаючі в неї з кров'яного русла шляхом дифузії через міжклітинну рідину.Зміна складу слини при

фізичних навантаженнях У процесі біохімічного контролю спортсмена слина, як раніше зазначалося, використовується не часто. У слині визначають компоненти іммуносістеми, активність ферментів, зміст найважливіших продуктів метаболізму , зміни мінерального балансу , коливання pH. Існує думка, що слина , володіючи меншою, ніж кров, буферною ємністю, краще відображає порушення кислотно- лужної рівноваги в організмі спортсмена. Однак як об'єкт дослідження слина не отримала широкого розповсюдження , оскільки склад її залежить не тільки від фізичних навантажень і пов'язаних з ними змін внутритканевого обміну речовин , але і від стану ситості при харчуванні (" голодна " або " сита " слина) . В останні роки проведено велику кількість досліджень стану імунної системи спортсменів в процесі фізичних навантажень з використанням слини в якості тестоб'єкта . Тут , звичайно , виявляється перевага легкої доступності біологічної рідини і можливість отримувати тест -об'єкт у процесі самої фізичного навантаження. Так , досить істотно змінювалася секреція імуноглобуліну А (IgA) у бігунів на різні дистанції [4] , у футболістів [5] , у тенісистів [6] , при силових вправах [7] . В учасників сверхмарафона (160 км) спочатку спостерігалося зниження секреції IgA , причому у 25% супермарафонцев цей знижений рівень зберігався на протязі 2- х тижнів [8] . Цікаво, що рівень IgA в слині виявився різним у команді плавців і навіть якоюсь мірою корелював з рівнем їх фізичної підготовки [9] .

Відзначається певний достовірне зниження кількості IgA в слині велосипедистів при навантаженні , з наступним поверненням до норми [10] . Виявилося , що прийняття кофеїну перед інтенсивним навантаженням викликає підвищену секрецію IgA під час тренування [11] . Дослідження компонентів імунної системи виявилося корисним при виявленні наявності в організмі алкоголю [12] , а також у процесі допингконтроле у скакових коней [13] . Досить докладно вивчено циклічну зміну спектра стероїдних гормонів в слині регбістів , волейболістів , гандболістів і дзюдоїстів як під час змагання , так і в процесі тижневого відновного періоду [14] . Рівень гормонів в слині з'явився тестом в аналізі психологічного стану хокеїстів при іграх вдома і на виїзді (" рідні стіни допомагають ") [15] . Досить широко представлені в літературі зміни у спортсменів інших біохімічних показників слини. Тут найбільший інтерес представляє виявлена висока ступінь кореляції між вмістом лактату в слині і в крові випробовуваних під час бігу на різні дистанції (від 400 м до 30 км) , під час тенісних змагань, а також при навантаженнях високої потужності [16]. Переваги можливості заміни в якості тестоб'єкта крові на слину важко переоцінити , враховуючи простоту і доступність її отримання та можливість моніторингу як під час тренування , так і на змаганнях. Важливим показником стану організму спортсмена під час марафонського забігу є такі біохімічні показники слини , як мінеральний склад , зміст гексозаміна і вільної сиаловой кислоти , активність амілази і пероксидази [17

] . Визначення активності амілази , що є одним з основних ферментів слини , часто проводиться при спортивно- біохімічному тестуванні [18] . Відзначено, що активність антиоксидантних ферментів слини (супероксиддисмутази, пероксидази, каталази) корелює з рівнем вільних сіалових кислот в слині [19]. Дослідження, виконані на кафедрі біохімії СПбГУФК ім. П.Ф. Лесгафта , виявили помітне підвищення вмісту сечовини в слині важкоатлетів після стандартної тренування.ВИСНОВОК Таким чином , аналіз літературних джерел свідчить про неоднозначність результатів досліджень слини у спортсменів. Це може бути пов'язано з неоднаковими способами і часом збору слини, з характером харчування. Однак, враховуючи особливу простоту отримання слини і можливість багаторазового проведення тестконтроля з використанням слини для оцінки функціонального стану спортсмена як під час тренування , так і на змаганні, наявність в слині широкого спектру продуктів метаболізму можна вважати перспективним продовження біохімічних досліджень у цьому напрямку. При цьому дуже важливо розробити стандартизацію методики відбору слини і виявити кореляції між біохімічними показниками слини та інших біологічних рідин організму. Особливу увагу слід приділити виявленню залежності між зміною параметрів слини і характером виконуваних навантажень .

1.4. Головні біохімічні показники складу крові і сечі та їх зміни при м’язовій діяльності.

Слина зазвичай використовується паралельно з іншими біохімічними об'єктами. У слині визначають електроліти (Na і До), активність ферментів (амілази), рН. Існує думка, що слина, володіючи меншою, ніж кров, буферною місткістю, краще відбиває зміни кислотно-лужної рівноваги організму людини. Проте як об'єкт дослідження слина не набула широкого поширення, оскільки склад її залежить не тільки від фізичних навантажень і пов'язаних з ними змін внутрішньотканинного обміну речовин, але і від стану ситості («голодна» або «сита» слина).

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 дистилюючій воді для витягання різних компонентів поту. Екстракт випаровують у вакуумі і піддають аналізу.

М'язова тканина є дуже показовим об'єктом біохімічного контролю м'язової діяльності, проте використовується рідко, оскільки зразок м'язової тканини необхідно брати методом голчатої біопсії. Для цього над досліджуваною мышцей робиться невеликий розріз шкіри і за допомогою спеціальної голки береться шматочок (проба) м'язової тканини (2—3 міліграми), яка

відразу заморожується в рідкому азоті і надалі піддається структурному і біохімічному аналізу. У пробах визначають кількість скоротливих білків (актина і міозину), АТФ-АЗНУЮ активність міозину, показники енергетичного потенціалу (зміст АТФ, глікогену, креатинфосфату), продукти енергетичного обміну, електроліти і інші речовини. По їх змісту судять про склад і функціональну активність м'язів, її енергетичний потенціал, а також зміни, які відбуваються при дії одноразового 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-киназа, цитохромоксидаза, лактатдегидрогеназа і ін.);

проміжні і кінцеві продукти обміну вуглеводів, ліпідів і білків (молочна і піровиноградна кислоти, кетонові тіла, сечовина, креатинін, креатин, сечова кислота, вуглекислий газ і ін.);

показники кислотний-основного стану крові (pH крові, парціальний тиск CO2, резервна лужність або надлишок буферних підстав і ін.);

регулятори обміну речовин (ферменти, гормони, вітаміни, активатори, інгібітори);

мінеральні речовини в біохімічних рідинах (наприклад, бікарбонати і солі фосфорної кислоти визначають для характеристики буферної місткості крові);

зміст загального білка, кількість і співвідношення білкових
фракцій в плазмі крові;

анаболические стероиды і інші заборонені речовини в практиці спорту (допінги), виявлення яких — завдання допінгового контролю.

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

Показники углеволного обміну

Глюкоза. Вміст глюкози в крові підтримується на відносно постійному рівні спеціальними регуляторними механізмами в межах 3,3—5,5 ммоль • я"1 (80—120 мг%). Зміна її вмісту в крові при м'язовій діяльності індивідуально і залежить від рівня тренованості організму, потужності і тривалості фізичних вправ. Короткочасні фізичні навантаження субмаксимальної

інтенсивності можуть викликати підвищення змісту глюкози в крові за рахунок посиленої мобілізації глікогену печінки. Тривалі фізичні навантаження призводять до зниження змісту глюкози в крові. У нетренованих осіб це зниження більш виражене, ніж у тренованих. Підвищений вміст глюкози в крові свідчить про інтенсивний розпад глікогену печінки або відносно мале використання глюкози тканинами, а понижений її вміст — про вичерпання запасів глікогену печінки або інтенсивне використання глюкози тканинами організму.

По зміні змісту глюкози в крові судять про швидкість аеробного окислення її в тканинах організму при м'язовій діяльності і інтенсивності мобілізації глікогену печінки. Цей показник обміну вуглеводів рідко використовується самостійно в спортивній діагностиці, оскільки рівень глюкози в крові залежить не тільки від дії фізичних навантажень на організм, але і від емоційного стану людини, гуморальних механізмів регуляції, живлення і інших чинників.

У здорової людини в сечі глюкоза відсутня, проте може з'явитися при інтенсивній м'язовій діяльності, емоційному збудженні перед стартом і при надмірному надходженні вуглеводів з їжею (аліментарна глюкозурія) в результаті 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-ій хвилині після закінчення роботи. Вміст молочної кислоти в крові в нормі в стані відносного спокою складає 1—1,5 ммоль • л"1 (15—30 мг%) і істотно зростає при виконанні інтенсивної фізичної роботи (мал. 214). При цьому накопичення її в крові співпадає з посиленою освітою в м'язах, яка істотно підвищується після напруженого короткочасного навантаження і може досягти близько 30 ммоль | кг1 маси при знемозі. Кількість молочної кислоти більше у венозній крові, чим в артеріальній. Із збільшенням потужності навантаження вміст її в крові може зростати у нетренованої людини до 5— 6 ммоль л"1, у тренованого — до 20 ммоль • л"1 і вище (див. мал. 146). У аеробній зоні фізичних навантажень лактат складає 2—4 ммоль -л"1, у змішаній — 4—10 ммоль • л~1, в анаеробній — більше 10 ммоль • л"1. Умовна межа анаеробного обміну відповідає 4 ммоль лактату в 1 л крові і позначається як поріг анаеробного обміну (ПАНО), або лактатний поріг (ЛП).

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

Значні концентрації молочної кислоти в крові після виконання максимальної роботи свідчать про вищий рівень тренованості при доброму спортивному результаті або про більшу метаболічну місткість гліколізу, більшій стійкості його ферментів до зсуву pH в кислую сторону.

Таким чином, зміна концентрації молочної кислоти в крові після виконання певного фізичного навантаження пов'язана із станом тренованості спортсмена. По зміні її вмісту в кровівизначають анаеробні гліколітичні можливості організму, що важливе при відборі спортсменів, розвитку їх рухових якостей, контролі тренувальних навантажень і ходу процесів відновлення організму.

Показники липидного обміну

Вільні жирні кислоти. Будучи структурними компонентами липи-дов, рівень вільних жирних кислот в крові відображає швидкість липо-лиза триглицеридов в печінці і жирових депо. У нормі зміст їх в крові складає 0,1—0,4 ммоль • л"1 і збільшується при тривалих фізичних навантаженнях.

По зміні змісту СЖК в крові контролюють ступінь підключення ліпідів до процесів енергозабезпечення м'язової діяльності, а також економічність енергетичних систем або ступінь сполучення між ліпідним і вуглеводним обміном. Високий ступінь сполучення цих механізмів енергозабезпечення при виконанні аеробних

навантажень є показником високого рівня функціональної підготовки спортсмена.

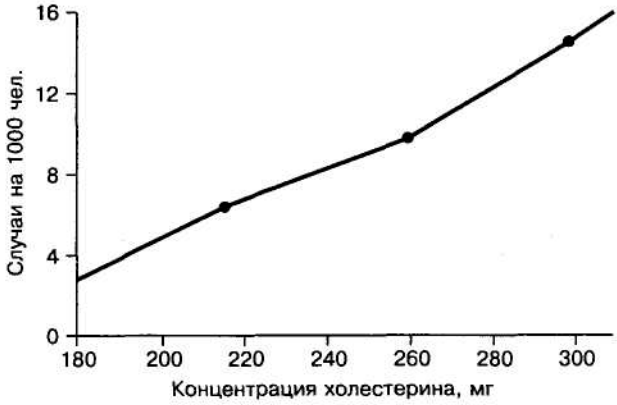
Кетонові тіла. Утворюються вони в печінці з ацетил-КоА при посиленому окисленні жирних кислот в тканинах організму. Кетонові тіла з печінки поступають в кров і доставляються до тканин, в яких велика частина використовується як енергетичний субстрат, а менша виводиться з організму. Рівень кетонових тіл в крові певною мірою відображає швидкість окислення жирів. Вміст кетонових тіл в крові в нормі відносно невелике — 8 ммоль | л~1. При накопиченні в крові до 20 ммоль • л'1 { 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 живлення, а також при виконанні фізичних навантажень великої потужності або тривалості. Цей показник має також діагностичне значення при виявленні захворювання цукровим діабетом, тиреотоксикозом.

По збільшенню змісту кетонових тіл в крові і появі їх в сечі визначають перехід енергоосвіти з вуглеводних джерел на ліпідні при м'язовій активності. Раніше підключення липид-ных джерел указує на економічність аеробних механізмів енергозабезпечення м'язової діяльності, що взаємозв'язане із зростанням тренованості організму.

Холестерин. Це представник стероїдних ліпідів, що не бере участь в процесах енергоосвіти в організмі. Вміст холестерину в плазмі крові в нормі складає 3,9—6,5 ммоль | л~1 і залежить від підлоги (у чоловіків вище), віку (у дітей нижче), дієти (у вегетаріанців нижче), рухової активності. Постійне збільшення рівня холестерину і його окремих липопротеидных комплексів в плазмі крові служить діагностичним тестом розвитку важкого захворювання — атеросклерозу, що супроводжується поразкою кровоносних судин (див. розділ 10). Встановлена залежність коронарних порушень від концентрації холестерину в крові (мал. 215). При поразці судин серця спостерігається ішемія миокарда або інфаркт, а судин мозку — інсульти, судин ніг — атрофія кінцівок.

Мал. 215

Залежність серцево-судинних захворювань від концентрації холестерину в крові



У роботах останніх років показано, що виведенню з організму людини холестерину сприяють харчові волокна (клітковина), що містяться в овочах, фруктах, чорному хлібі і інших продуктах, а також лецитин і систематичні заняття фізичними вправами.

Продукти перекисного окислення ліпідів (ПОЛ). При фізичних навантаженнях посилюються процеси перекисного окислення ліпідів і накопичуються продукти цих процесів, що є одним з чинників, лімітуючих фізичну працездатність. Тому при біохімічному контролі реакції організму на фізичне навантаження, оцінці спеціальної підготовленості спортсмена, виявленні глибини біодеструктивних процесів при розвитку стресс-синдрома проводять аналіз змісту продуктів перекисного окислення в крові: малонового діальдегіду, диєнових конъюгатов, а також активність ферментів глутатионпероксида-зы, глутатионредуктазы і каталазы.

Фосфоліпіди. Вміст фосфоліпідів в нормі в крові складає 1,52—3,62 г • л"1. Підвищення їх рівня в крові спостерігається при діабеті, захворюваннях нирок, гіпофункції щитовидної залози і інших порушеннях обміну, а пониження — при жировій дистрофії печінки, тобто коли вражаються структури печінки, в яких вони синтезуються. Для стимуляції синтезу фосфоліпідів і зниження вмісту в крові триглицеридов необхідно збільшити споживання з їжею ліпотропних речовин. Оскільки тривалі фізичні навантаження супроводжуються жировою дистрофією печінки, в

спортивній практиці іноді використовують контроль змісту триглицеридов і фосфоліпідів в крові.

Показники білкового обміну

Гемоглобін. Основним білком еритроцитів крові є гемоглобін, який виконує кислородтранспортную функцію. Він містить залізо, що зв'язує кисень повітря. Концентрація гемоглобіну в крові залежить від підлоги і складає в середньому 7,5—8,0 ммоль | л"1 (120—140 г • л"1) — у жінок і 8,0—10,0 ммоль • л"1 (140—160 г • л~1) — у чоловіків, а також від ступеня тренованості. При м'язовій діяльності різко збільшується потреба організму в кисні, що задовольняється повнішим витяганням його з крові, збільшенням швидкості кровотоку, а також поступовим збільшенням кількості гемоглобіну в крові за рахунок зміни загальної маси крові. Із зростанням рівня тренованості спортсменів у видах спорту на витривалість концентрація гемоглобіну в крові у жінок зростає в середньому до 130—150 г | л"1, у чоловіків — до 160— 180 г • л~1. Збільшення змісту гемоглобіну в крові певною мірою відображає адаптацію організму до фізичних навантажень в гипо-ксических умовах.

При інтенсивних тренуваннях, особливо у жінок, що займаються циклічними видами спорту, а також при нераціональному живленні відбувається руйнування еритроцитів крові і зниження концентрації гемоглобіну до 90 г • л"1 і нижче, що розглядається як залізодефіцитна «спортивна анемія». У такому разі слід

змінити програму тренувань, а в раціоні живлення збільшити зміст білкової їжі, заліза і вітамінів групи В.

За змістом гемоглобіну в крові можна судити про аеробні можливості організму, ефективність аеробних тренувальних занять, стан здоров'я спортсмена.

Міоглобін. У саркоплазмі скелетних і серцевою м'язів знаходиться високоспеціалізований білок, що виконує функцію транспорту кисню подібно до гемоглобіну. Вміст міоглобіну в крові в нормі незначне (10—70 нг | л"1). Під впливом фізичних навантажень, при патологічних станах організму він може виходити з м'язів в кров, що приводить до підвищення його вмісту в крові і появи в сечі (міоглобінурія). Кількість міоглобіну в крові залежить від об'єму виконаного фізичного навантаження, а також від ступеня тренованості спортсмена. Тому даний показник може бути використаний для діагностики функціонального стану працюючих скелетних м'язів.

Актин. Вміст актина в скелетних м'язах як структурний і скоротливий білок істотно збільшується в процесі тренування. По його вмісту в м'язах можна було б контролювати розвиток швидкісний-силових якостей спортсмена при тренуванні, проте визначення його вмісту в м'язах пов'язане з великими методичними утрудненнями. Проте після виконаних фізичних навантажень наголошується поява актина в крові, що свідчить про руйнування або оновлення міофібрилярних

структур скелетних м'язів. У крові зміст актина визначають радиоиммуннологическим методом і по його зміні судять про переносимість фізичних навантажень, інтенсивність відновлення міофібрил після м'язової роботи.

Альбумины і глобуліни. Це низькомолекулярні основні білки плазми крові. Альбумины складають 50—60% всіх білків сироватки крові, глобуліни — 35—40%. Вони виконують різноманітні функції в організмі: входять до складу імунної системи, особливо глобуліни, і захищають організм від інфекцій, беруть участь в підтримці pH крові, транспортують різні органічні і неорганічні речовини, використовуються для побудови інших речовин. Кількісне співвідношення їх в сироватці крові в нормі відносно постійно і відображає стан здоров'я людини. Співвідношення цих білків змінюється при стомленні багатьох захворюваннях і може використовуватися в спортивній медицині як діагностичний показник стану здоров'я.

Сечовина. При посиленому розпаді тканинних білків, надмірному надходженні в організм амінокислот в печінці в процесі скріплення токсичного для організму людини аміаку (NH3) синтезується нетоксична азотвмісна 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

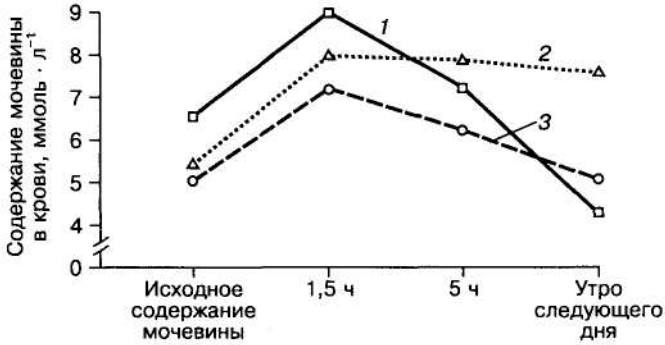
ммоль | л~1. Вона може збільшуватися до 7—8 ммоль | л"1 при значному надходженні білків з їжею, до 16— 20 ммоль | л"1 — при порушенні функції виділення нирок, а також після виконання тривалої фізичної роботи за рахунок посилення катаболізму білків до 9 ммоль • л"1 і більш.

У практиці спорту цей показник широко використовується при оцінці переносимості спортсменом тренувальних і змагань фізичних навантажень, ходу тренувальних занять і процесів відновлення організму. Для отримання об'єктивної інформації концентрацію сечовини визначають наступного дня після тренування вранці натщесерце. Якщо виконане фізичне навантаження адекватне функціональним можливостям організму і відбулося відносно швидке відновлення метаболізму, то вміст сечовини в крові вранці натщесерце повертається до норми (мал. 216). Зв'язано це з урівноваженням швидкості синтезу і розпаду білків в тканинах організму, що свідчить про його відновлення. Якщо зміст сечовини на наступний ранок залишається вищим за норму, то це свідчить про недовосстановлении організму або розвитку його стомлення.

Виявлення білка в сечі. У здорової людини білок в сечі відсутній. Поява його (протеїнурія) наголошується при захворюванні нирок (нефрозы), поразці сечових шляхів, а також при надмірному надходженні білків з їжею або після м'язової діяльності анаеробної спрямованості. Це пов'язано з порушенням проникності

клітинних мембран нирок із-за закисляння середовища організму і виходу білків плазми в сечу.

По наявності певної концентрації білка в сечі після виконання фізичної роботи судять про її потужність. Так, при роботі в зоні великої потужності вона складає 0,5%, при роботі в зоні субмаксимальної потужності може досягати 1,5%.



Мал.

Зміст

сечовини в крові

веслярів в час

відпочинку (1,5 ч, 5 ч і

вранці після

тренувального дня):

1 — повне відновлення;

2,3 — різна ступінь недовосстановления

Креатинін. Ця речовина утворюється в м'язах в процесі розпаду креатинфосфату. Добове виділення його з сечею відносно постійно для даної людини і залежить від м'язової маси тіла. У чоловіків воно складає 18—32 міліграми | кг"1 маси тіла в добу, у жінок — 10—25 міліграм | кг"1. За змістом креатиніну в сечі можна побічно оцінити швидкість кре-атинфосфокиназной реакції, а також зміст м'язової маси тіла. По кількості креатиніну, що виділяється з сечею, визначають зміст худої м'язової маси тіла згідно наступній формулі:

худа маса тіла = 0,0291 х креатинін сечі (міліграм • сут"1) + 7,38.

Зміна кількості худої маси тіла свідчить про зниження або збільшення маси тіла спортсмена за рахунок білків. Ці дані важливі в атлетичній гімнастиці і силових видах спорту.

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.

У сечі у дітей раннього віку креатин постійно присутній, що пов'язане з переважанням його синтезу над використанням в скелетних м'язах.

Показники кислотний-основного стану (КІС) організму

В процесі інтенсивної м'язової діяльності в м'язах утворюється велика кількість молочної і піровиноградної кислот, які дифундують в кров і можуть викликати метаболічний ацидоз організму, що приводить до стомлення м'язів і супроводжується болями в м'язах, запамороченням, нудотою. Такі метаболічні зміни пов'язані з виснаженням буферних резервів організму. Оскільки стан буферних систем організму має важливе значення в прояві високої фізичної працездатності, в спортивній діагностиці використовуються показники КІС. До показників КІС, які в нормі відносно постійні, відносяться:

pH крові (7,35—7,45);

pCO2 — парціальний тиск вуглекислого газу (H2CO3 + CO2) в крові (35—45 мм рт. ст.);

SB — стандартний бікарбонат плазми крові Нсод, який при повному насиченні крові киснем складає 22—26 мэкв | л~1;

BB — буферні підстави цілісної крові або плазми (43—53 мэкв л"1) — показник місткості всієї буферної системи крові або плазми;

NBB — нормальні буферні підстави цілісної крові при фізіологічних значеннях pH і CO2 альвеолярного повітря;

BE — надлишок підстав, або лужний резерв (від —2,4 до +2,3 мэкв л"1) — показник надлишку або недоліку буферної місткості (BB - NBB = BE).

Показники КІС відображають не тільки зміни в буферних системах крові, але і стан дихальної і виділення систем організму. Полягання кислотний-основної рівноваги (КОРИ) в організмі характеризується постійністю pH крові (7,34—7,36). Встановлена зворотна корре ляційна залежність між динамікою змісту лактату в крові і зміною pH крові. По зміні показників КІС при м'язовій діяльності можна контролювати реакцію організму на фізичне навантаження і зростання тренованості спортсмена, оскільки при біохімічному контролі КІС можна визначати один з цих показників.

Найбільш інформативним показником КІС є величина BE — лужний резерв, який збільшується з підвищенням кваліфікації спортсменів, що особливо спеціалізуються в швидкісний-силових видах спорту. Великі буферні резерви організму є серйозною передумовою для поліпшення спортивних результатів в цих видах спорту.

ТАБЛИЦЯ

Зміна кислотний-основного стани організму

Кислотний-основний стан	рН мочи	Плазма нсо3 ммоль | л '	Плазма Н2СО3, ммоль л'1
Норма Дихальний ацидоз Дихальний алкалоз Метаболічний ацидоз Метаболічний алкалоз	6-7	25	0,625

Примітка. Напрям стрілки указує на підвищення або пониження показників

Активна реакція сечі (рН) знаходиться в прямій залежності від кислотний-основного стану організму. При метаболічному ацидозі кислотність сечі збільшується до рН 5, а при метаболічному алкалозі знижується до рН 7. У табл. 50 показана спрямованість зміни значень рН мочи у взаємозв'язку з показниками кислотний-основного стану плазми (по Т.Т. Березову і Б.Ф. Коровкину, 1998).

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, лактатдегидрогеназа, креатинкиназа і ін. Для окремих клітинних ферментів, наприклад лактатдегидрогеназы скелетних м'язів, характерна наявність декількох форм (ізоферментів). Поява в крові індикаторних ферментів або їх окремих изоформ, що пов'язане з порушенням проникності клітинних мембран тканин, може використовуватися 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 перекисів водню. Поява їх в крові після фізичних навантажень є показником неадекватності фізичного навантаження, розвитку стомлення, а швидкість їх зникнення свідчить про швидкість відновлення організму.

Після виконаних фізичних навантажень в крові можуть з'являтися окремі изоформы ферментів — креатинкиназы, лактатдегидрогенази, характерні для якоїсь окремої тканини. Так, після тривалих фізичних навантажень в крові спортсменів з'являється ізоформа креа-тинфосфокинази, характерна для скелетних м'язів; при гострому інфаркті миокарда в крові з'являється изоформа креатинкиназы, характерна для серцевого м'яза. Якщо фізичне навантаження викликає значний вихід ферментів в кров з тканин і вони довго зберігаються в ній в період відпочинку, то це свідчить

про невисокий рівень тренованості спортсмена, а, можливо, і про передпатологічний стан організму.

Гормони. При біохімічній діагностиці функціонального стану спортсмена інформативними показниками є рівень гормонів в крові. Можуть визначатися більше 20 різних гормонів, регулюючих різні ланки обміну речовин. Концентрація гормонів в крові досить низька і зазвичай варіюється в межах від 10~8 до 10~11 моль • л"1, що утрудняє широке використання цих показників в спортивній діагностиці. Основні гормони, які використовуються при оцінці функціонального стану спортсмена, а також їх концентрація в крові в нормі і спрямованість зміни при стандартному фізичному навантаженні представлені в табл. 51.

Величина зміни змісту гормонів в крові залежить від потужності і тривалості виконуваних навантажень, а також від ступеня тренованості спортсмена. При роботі однакової потужності у більш тренованих спортсменів спостерігаються менш значні зміни цих показників в крові (мал. 217). Крім того, по зміні змісту гормонів в крові можна судити про адаптацію організму до фізичних навантажень, інтенсивності регульованих ними метаболічних процесів, розвитку процесів стомлення, застосуванні анаболических стероидов і інших гормонів.

Вітаміни. Виявлення вітамінів в сечі входить в діагностичний комплекс характеристики стану здоров'я

спортсменів, їх фізичній працездатності. У практиці спорту найчастіше виявляють забезпеченість організму водорозчинними вітамінами, особливо вітаміном С. В сечі вітаміни з'являються при достатньому забезпеченні ними організму. Дані численних досліджень свідчать про недостатню забезпеченість багатьох спортсменів вітамінами, тому контроль їх вмісту в організмі дозволить своєчасно скоректувати раціон живлення або призначити додаткову вітамінізацію шляхом прийому спеціальних полівітамінних комплексів.

Таблиця 5

Спрямованість змін концентрації гормонів в крові при фізичних навантаженнях

Гормон	Концентрація в крові, нг · л$^{-1}$	Спрямованість зміни концентрації при фізичних
Адреналін	0-0,07	↑
Інсулін	1—1,5	↓
Глюкагон	70-80	↑
Соматотропін	1-6	↑
АКТГ	10-200	↑

***Мінеральні** речовини*

У м'язах утворюється неорганічний фосфат у вигляді фосфорної кислоти (H3PO4) при реакціях перефосфорилювання в креатинфосфокиназном механізмі синтезу АТФ і інших процесах. По зміні його концентрації в крові можна судити про потужність креатинфосфокиназного механізму енергозабезпечення у спортсменів, а також про рівень тренованості, оскільки приріст неорганічного фосфату в крові спортсменів високої кваліфікації при виконанні анаеробної фізичної роботи більше, ніж в крові менш кваліфікованих спортсменів (мал. 218).

4. Біохімічний контроль розвитку систем енергозабезпечення організму при м'язовій діяльності

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

Для оцінки потужності і місткості креатинфосфокиназного механізму енергоосвіти використовуються показники загального алактатного кисневого боргу, кількість креатинфосфату і активність креатинфосфокінази в м'язах. У тренованому організмі ці показники значно вищі, що свідчить про підвищення

можливостей креатинфосфо-киназного (алактатного) механізму енергоосвіти (табл. 52).

Ступінь підключення креатинфосфокиназного 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 енергоосвіти часто використовують величину максимального накопичення лактату в артеріальній крові при максимальних фізичних навантаженнях, а також величину загального і лактатного кисневого боргу, значення рН крові і показники КІС, зміст глюкози в крові і глікогену в м'язах, активність ферментів лактатдегидрогеназы, фосфорилази і ін.

Про підвищення можливостей гліколітичної (лактатного) енергоосвіти у спортсменів свідчить пізніший вихід на максимальну кількість лактату в крові при граничних фізичних навантаженнях, а також вищий його рівень (див. табл. 52). У висококваліфікованих спортсменів, що спеціалізуються в швидкісних видах спорту, кількість лактату в крові при інтенсивних фізичних навантаженнях може зростати до 26 ммоль | л"1 і більш, тоді як у нетренованих людей максимально переносима кількість лактату складає 5— 6 ммоль -л'1, а 10 ммоль | л"1 може привести до летального результату при функціональній нормі 1—1,5 ммоль • л"1.

Збільшення місткості гліколізу супроводжується збільшенням запасів глікогену в скелетних м'язах, особливо в швидких волокнах, а також підвищенням активності гликолитичних ферментів.

Для оцінки потужності аеробного механізму енергоосвіти найчастіше використовуються рівень максимального споживання кисню (МПК або Ю2тах), час настання ПАНО, а також показник кисневотранспортної кравець системи крові — концентрація гемоглобіну. Підвищення рівня $1/O_2$тах свідчить про збільшення потужності аеробного механізму енергоосвіти. Максимальне споживання кисню у дорослих людей, що не займаються спортом, у чоловіків складає 3,5 л мин"1, у жінок — 2,0 л • мин"1 і залежить від маси тіла. У висококваліфікованих спортсменів абсолютна величина VO2max у чоловіків може досягати 6—7 л • мин"1, у жінок — 4—5 л | мин"1.

По тривалості роботи на рівні ПАНО судять про підвищення місткості механізму енергоосвіти. Нетреновані люди не можуть виконувати фізичну роботу на рівні ПАНО більше 5—6 мин. У спортсменів, що спеціалізуються на витривалість, тривалість роботи на рівні ПАНО може досягати 1—2 ч.

Ефективність аеробного механізму енергоосвіти залежить від швидкості утилізації кисню мітохондріями, що пов'язане перш за все з активністю і кількістю ферментів окислювального фосфорилирювания,

кількістю мітохондрій, а також від частки жирів при енергоосвіті. Під впливом інтенсивного тренування аеробної спрямованості збільшується ефективність аеробного механізму за рахунок збільшення швидкості окислення жирів і збільшення їх ролі в енергозабезпеченні роботи (мал. 219).

5. Біохімічний контроль за рівнем тренованості, стомлення і відновлення організму спортсмена

Рівень тренованості в практиці біохімічного контролю за функціональним станом спортсмена оцінюється по зміні концентрації лактату в крові при виконанні стандартною або граничним фізичним навантаженням для данного контингента спортсменів.

Про вищий рівень тренованості свідчать:

• менше накопичення лактату (в порівнянні з нетренованими) при виконанні стандартного навантаження, що пов'язане із збільшенням частки аеробних механізмів в енергозабезпеченні цієї роботи;

• більше накопичення молочної кислоти при виконанні граничної роботи, що пов'язане із збільшенням місткості гліколітичного механізму енергозабезпечення;

• підвищення ПАНО (потужність роботи, при якій різко зростає рівень лактату в крові) у тренованих осіб в порівнянні з

нетренованими;

• триваліша робота на рівні ПАНО;

• менше збільшення змісту 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.

Із збільшенням рівня тренованості спортсменів у видах спорту на витривалість збільшується загальна маса крові: у чоловіків — від 5—6 до 7—8 л, у жінок — від 4—4,5 до 5,5—6 л, що приводить до збільшення концентрації гемоглобіну до 160—180 г • л"1 — у чоловіків і до 130—150 г | л~1 — у жінок.

Контроль за процесами стомлення і відновлення, які є невід'ємними компонентами спортивної діяльності, необхідний для оцінки переносимості фізичного навантаження і виявлення перетренованої, достатності часу відпочинку після фізичних навантажень, ефективності засобів підвищення працездатності, а також для вирішення інших завдань.

Стомлення, викликане фізичними навантаженнями максимальної і субмаксимальної потужності, взаємозв'язане з виснаженням запасів енергетичних субстратів (АТФ, КРФ, глікогену) в тканинах, що забезпечують цей вид роботи, і накопиченням продуктів

їх обміну в крові (молочної кислоти, креатину, неорганічних фосфатів), тому і контролюється за цими показниками. При виконанні тривалої напруженої роботи розвиток стомлення може виявлятися по тривалому підвищенню рівня сечовини в крові після закінчення роботи, по зміні компонентів імунної системи крові, а також по зниженню змісту гормонів в крові і сечі.

У спортивній діагностиці для виявлення стомлення зазвичай визначають вміст гормонів симпато-адреналовой системи (адреналіну і продуктів його обміну) в крові і сечі. Ці гормони відповідають за ступінь напруги адаптаційних змін в організмі. При неадекватних функціональному стану організму фізичних навантаженнях спостерігається зниження рівня не тільки гормонів, але і попередників їх синтезу в сечі, що пов'язане з вичерпанням біосинтетичних резервів ендокринних залоз і указує на перенапруження регуляторних функцій організму, контролюючих адаптаційні процеси.

Для ранньої діагностики перетренованої, прихованої фази стомлення використовується контроль за функціональною активністю імунної системи. Для цього визначають кількість і функціональну активність кліток Т- і В-лімфоцитів: Т-лімфоцити забезпечують процеси клітинного імунітету і регулюють функцію В-лімфоцитів; В-лімфо-цити відповідають за процеси гуморального імунітету, їх функціональна активність

визначається по кількості імуноглобулінів в сироватці крові.

Визначення компонентів імунної системи вимагає спеціальних умов і апаратури. При підключенні імунологічного контролю за функціональним станом спортсмена необхідно знати його початковий імунологічний статус з подальшим контролем в різні періоди тренувального циклу. Такий контроль дозволить запобігти зриву адаптаційних механізмів, вичерпанню імунної системи і розвитку інфекційних захворювань спортсменів високої кваліфікації в періоди тренування і підготовки до відповідальних змагань (особливо при різкій зміні кліматичних зон).

Відновлення організму пов'язане з відновленням кількості витрачених під час роботи енергетичних субстратів і інших речовин. Їх відновлення, а також швидкість обмінних процесів ввідбуваються не одночасно. Знання часу відновлення в організмі різних енергетичних субстратів грає велику роль в правильній побудові тренувального процесу. Відновлення організму оцінюється по зміні кількості тих метаболитов вуглеводного, ліпідного і білкового обмінів в крові або сечі, які істотно змінюються під впливом тренувальних навантажень. Зі всіх показників вуглеводного обміну найчастіше досліджується швидкість утилізації під час відпочинку молочної кислоти, а також ліпідного обміну — наростання змісту жирних кислот і кетонових тіл в крові, які в період відпочинку є головним субстратом

аеробного окислення, про що свідчить зниження дихального коефіцієнта. Проте найбільш інформативним показником відновлення організму після м'язової роботи є продукт білкового обміну — сечовина. При м'язовій діяльності посилюється катаболізм тканинних білків, сприяючий підвищенню рівня сечовини в крові, тому нормалізація її вмісту в крові свідчить про відновлення синтезу білка в м'язах, а отже, і відновленні організму.

1.4.8 Контроль за застосуванням допінга в спорті

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

- серцево-судинною;
- ендокринною, особливо статевих залоз (атрофія) і гіпофіза, що приводить до порушення дітородної функції, появи

чоловічих вторинних ознак у жінок (вірилізація) і збільшення молочних залоз у чоловіків (гінекомастія);

• печінки, викликаючи жовтяниці, набрякни, циррозы;

• імунною, що приводить до частих простуд, вірусних захворювань;

• нервовою, такою, що виявляється у вигляді психічних розладів (агресивність, депресія, безсоння);

• припинення зростання трубчастих кісток, що особливо небезпечно для організму, що росте, і ін.

Багато порушень виявляються не відразу після використання допінгів, а через 10—20 років або в потомстві. Тому в 1967 р. МОКНУВ створив медичну комісію (МК), яка визначає список заборонених до використання в спорті препаратів і веде антидопінгову роботу, організовує і проводить допингконтроль на наявність в організмі спортсмена заборонених препаратів. Кожен спортсмен, тренер, лікар команди повинні знати заборонені до використання препарати.

Класифікація допингів

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.

До засобів, які заподіюють особливу шкоду здоров'ю і піддаються контролю, відносяться допінги і допінгові методи (маніпуляції).

По фармакологічній дії допінги діляться на п'ять класів: 1 — психостимуляторы (амфетамін, ефедрин, фенамін, кофеїн, кокаїн і ін.); 2 — наркотичні засоби (морфін, алкалоиды-опиаты, промедол, фентаніл і ін.); 3 — анаболические стероиды (тестостерон і його похідні, метан-дростенолон, ретаболил, андродиол і багато інших), а також анаболические пептидні гормони (соматотропін, гонадо-тропін, еритропоетин); 4 — бета-блокаторы (анапримин (пропранолол), окспренолол, надолол, атенолол і ін.); 5 — діуретики (новурит, дихлоти-азид, фуросемид (лазикс), клопамид, диакарб, верошпирон і ін.).

Допінги є біологічно активними речовинами, виділеними з тканин тварин або рослин, отримані синтетично, як і їх діалоги. Багато допінгів входять до складу ліків від простуди, грипу і інших захворювань, тому прийом спортсменом ліків повинен узгоджуватися із спортивним лікарем щоб уникнути неприємностей при до-пингконтроле.

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

Біологічна дія в організмі окремих класів допінгів різноманітно. Так, психостимуляторы підвищують

спортивну діяльність шляхом активації діяльності ЦНС, серцево-судинної і дихальної систем, що покращує енергетику і скоротливу активність скелетних м'язів, а також знімають втому, додають упевненість в своїх силах, проте можуть привести до граничної напруги функцій цих систем і вичерпання енергетичних ресурсів. Наркотичні речовини пригнічують больову чутливість, оскільки є сильними анальгетиками, і віддаляють відчуття стомлення. Анаболические стероиды підсилюють процеси синтезу білка і зменшують їх розпад, тому стимулюють зростання 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. Діуретики, або сечогінні засоби підсилюють виведення з організму солей, води і деяких хімічних речовин, що сприяє зниженню маси тіла, виведенню заборонених препаратів.

Слід зазначити, що серед розглянутих класів допінга найчастіше застосовуються анаболические стероиды. У важкій атлетиці, па-уэрлифтинге, бодібілдінгу їх застосовують близько 90% чоловіків і 20% жінок. У інших видах спорту вони використовуються у меншій мірі (78% — футболісти, 40% — спринтери). При цьому використовувані дози можуть багато разів перевищувати рекомендовані (5—10 міліграм) і досягати 300 міліграм і навіть 2 р.

Завдання, об'єкти і метол лопингконтроля

Завданням допингконтроля є виявлення можливого використання допінгових речовин і допінгових методів спортсменами на змаганнях і в процесі тренування, застосування до винних спеціальних санкцій.

Допінгконтроль проводиться під час Олімпійських ігор, чемпіонатів світу і Європи, а останнім часом — і на менш крупних змаганнях або навіть в період тренування (за рішенням міжнародних спортивних організацій). Призначається допінговий контроль медичною комісією МОКНУВ або НОК, а проводиться акредитованими МОКНУВ спеціальними лабораторіями, зазвичай тієї країни, в якій проводяться змагання. Допінглабораторії існують при біохімічних або інших інститутах, оснащених сучасною апаратурою.

Останнім часом як основний об'єкт контролю використовується *проба сечі,* оскільки це неінвазивний об'єкт і зібрати можна необмежений об'єм. Зразок сечі повинен складати не меншого 100 мл з pH 6,5. Огорожу сечі проводять у присутності експерта МК МОКНУВ. Зібрана проба ділиться на дві частини і на холоду доставляється в центр допінгового контролю.

З метою виявлення застосування кров'яного допінга використовують зразки венозної крові.

Для виявлення допінгових речовин в сечі або крові спортсмена застосовуються високочутливі методи

біохімічного аналізу, оскільки концентрація цих речовин незначна. До таких методів відносяться: *газова хроматографія, мас-спектрометрія, рідинна хроматографія, флюоросцентный імунний аналіз.* При цьому слід використовувати не менші два методи.

Хоча методи допингконтроля високочутливі, в даний час утруднення викликає виявлення анаболических пептидних гормонів (соматотропіну, еритропоетину і ін.), а також застосування кров'яного допінга.

Організація і проведення длопінгконтроля

Проведення допінгконтроля призначається медичною комісією МОК або НОК і здійснюється тільки акредитованою ними лабораторією. Процедура контролю повинна відповідати всім правилам Медичного кодексу МОК. Загальна схема організації і проведення допінгконтроля представлена на мал. 220. Допінгконтролю піддаються призери змагань або члени команди, вибрані по долі. Після сповіщення про перевірку на допінг спортсмен повинен протягом години з'явитися в пункт допінгконтроля і здати пробу сечі. Відмова або нез'явлення розглядається як застосування допінга.

Забір сечі або крові проводиться у присутності представника делегації і члена МК МОК: проба ділиться на дві частини — основну і контрольну, які потім кодуються і відправляються в Центр допингконтроля. Код відомий тільки голові МК МОК або НОК. Спортсмен також заповнює декларацію, де указує ліки, які він застосовував протягом трьох останніх днів.

Мал. 220

Схема проведення допінгконтроля

У Центрі допінгконтроля основна проба аналізується у присутності допингагента. Проба ділиться на 4—5 зразків, кожний з яких визначається двома методами. Можливі два підходи до визначення зразка: відкритий, коли проводиться усвідомлений пошук допінга, і закритий, коли невідомий об'єкт дослідження. Результати аналізу повідомляються в МК МОК не пізніше чим через 24 години після огорожі проби сечі.

При отриманні позитивних результатів проводиться аналіз другої контрольної проби за участю представника МК МОК і спортсмена або офіційної особи команди. Результати оглашаются тільки після збігу обох зразків. Медична комісія МОК приймає відповідні санкції.

При встановленні наявності допінга під час олімпійських ігор спортсмен дискваліфікується, тобто відстороняється від подальшої участі в змаганнях і всі завойовані медалі і дипломи объяв'ляют недійсними. За перше порушення спортсмен дискваліфікується на два роки, а за повторне — довічно. Якщо виявлені допінгові речовини, які входять до складу ліків (ефедрин, кофеїн і їх аналоги) при першому порушенні спортсмен дискваліфікується на три місяці, при другому — на два роки, а при третьому — довічно.

Значну роль в боротьбі з використанням допінгів грає проведення допингконтроля не тільки під час змагань, але і в процесі підготовки спортсменів,

посилювання санкцій проти спортсменів, у яких він виявлений, а також широка роз'яснювальна інформація про згубний вплив допінга на стан здоров'я і, можливо, довічне усунення від спортивної діяльності.

Біохімічний контроль в спорті

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

У практиці спорту вищих досягнень зазвичай проводяться 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 (КНГ), до складу яких входить декілька фахівців: біохімік, фізіолог, психолог, лікар, тренер.

Завдання, види і організація біохімічного контролю

Визначення біохімічних показників обміну речовин дозволяє вирішувати наступні задачі комплексного обстеження: контроль за функціональним станом організму спортсмена, яке відображає ефективність і раціональність виконуваної індивідуальної тренувальної програми, спостереження за адаптаційними змінами основних енергетичних систем і функціональною перебудовою організму в процесі тренування, діагноста передпатологічних і патологічних змін метаболізму спортсменів. Біохімічний контроль дозволяє також вирішувати такі приватні задачі, як виявлення реакції організму на фізичні навантаження, оцінка рівня тренованості, адекватності застосування фармакологічних і інших поновлюючих засобів, ролі енергетичних метаболічних систем в м'язовій діяльності, дії кліматичних чинників і ін. У зв'язку з цим в практиці спорту використовується біохімічний контроль на різних етапах підготовки спортсменів.

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

- поточні обстеження (ТО), що проводяться повсякденно відповідно до плану підготовки;
- етапні комплексні обстеження (АЧ), що проводяться 3—4 рази на рік;
- поглиблені комплексні обстеження (УКО), що проводяться 2 рази

на рік;

• обстеження діяльності змагання (ОСД).

На підставі поточних обстежень визначають функціональний стан спортсмена — один з основних показників тренованості, оцінюють рівень термінового і відставленого тренувального ефекту фізичних навантажень, проводять корекцію фізичних навантажень в ході тренувань.

В процесі етапних і поглиблених комплексних обстежень спортсменів за допомогою біохімічних показників можна оцінити кумулятивний тренувальний ефект, причому біохімічний контроль дає тренерові, педагогові або лікареві швидку і достатньо об'єктивну інформацію про зростання тренованості і функціональні системи організму, а також інші адаптаційні зміни.

При організації і проведенні біохімічного обстеження особлива увага приділяється вибору тестуючих біохімічних показників: вони повинні бути надійними або відтворними, такими, що повторюються при багатократному контрольному обстеженні, інформативними, такими, що відображають суть процесу, що вивчається, а також валидными або взаємозв'язаними із спортивними результатами.

У кожному конкретному випадку визначаються різні тестуючі біохімічні показники обміну речовин, оскільки в процесі м'язової діяльності по-різному змінюються окремі ланки метаболізму. Першорядного

значення набувають показники тих ланок обміну речовин, які є основними в забезпеченні спортивної працездатності в даному виді спорту.

Важливе значення в біохімічному обстеженні мають використовувані методи визначення показників метаболізму, їх точність і достовірність. В даний час в практиці спорту широко застосовуються лабораторні експрес-методи визначення багатьох (близько 60) різних біохімічних показників в плазмі крові з використанням портативного приладу LP-400 швейцарської фірми «Доктор Ланге» або інших фірм. До експрес-методів визначення функціонального стану спортсменів відноситься також запропонований академіком В.Г. Шахба-зовим новий метод визначення енергетичного стану людини, в основу якого покладені зміни біоелектричних властивостей ядер епітеліальних кліток залежно від фізіологічного стану організму. Даний метод дозволяє виявити порушення гомеостазу

організму, стан стомлення і інші зміни при м'язовій діяльності.

Контроль за функціональним станом організму в умовах учбово-тренувального збору можна здійснювати за допомогою спеціальних діагностичних експрес-наборів для біохімічного аналізу сечі і крові. Засновані вони на здатності певної речовини (глюкози, білка, вітаміну С, кетонових тіл, сечовини, гемоглобіну, нітратів і ін.) реагувати з нанесеними на індикаторну

смужку реактивами і змінювати забарвлення. Зазвичай наноситься крапля досліджуваної сечі на індикаторну смужку «Глюкотеста», «Пентафана», «Міді-тесту» або інших діагностичних тестів і через 1 мін її забарвлення порівнюється з індикаторною шкалою, що додається до набору.

Одні і ті ж біохімічні методи і показники можуть бути використані для вирішення різних завдань. Так, наприклад, визначення змісту лактату в крові використовується при оцінці рівня тренованості, спрямованості і эффективнности вживаної вправи, а також при відборі осіб для занять окремими видами спорту.

Залежно від вирішуваних задач змінюються умови проведення біохімічних досліджень. Оскільки багато біохімічних показників у тренованого і не тренованого 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 виконуваної роботи, що забезпечується за допомогою спеціальних приладів — эргометров. Найчастіше використовують степэргометрию (сходження в різному темпі на сходинку або сходи різної висоти, наприклад Гарвардський степ-тест), велоэргометрию (фіксовану роботу на велоергометрі), навантаження на тредмиле — рухомій з швидкістю, що фіксується, стрічці. В даний час існують діагностичні комплекси, що дозволяють виконувати спеціальне дозоване фізичне навантаження: плавальний тредмил, грібні эргометры, інерційні велоергометри і ін. Стандартні фізичні навантаження сприяють виявленню індивідуальних метаболічних відмінностей і використовуються для характеристики рівня тренованості організму.

Максимальні фізичні навантаження застосовуються при виявленні рівня спеціальної тренованості спортсмена на різних етапах підготовки. В даному випадку використовуються навантаження, найбільш характерні для даного виду спорту. Виконуються вони з максимально можливою інтенсивністю для даної вправи.

При виборі тестованих навантажень слід враховувати, що реакція організму людини на фізичне навантаження може залежати від чинників, безпосередньо не пов'язаних з рівнем тренованості, зокрема від виду тестованої вправи, спеціалізації спортсмена, а також від навколишнього оточення, температури середовища, часу доби і ін.

Виконуючи звичну для себе роботу, спортсмен може здійснити великий її об'єм і добитися значних метаболічних зрушень в організмі. Особливо виразно це виявляється при тестуванні анаеробних можливостей, що вельми специфічних і найбільшою мірою виявляються тільки при роботі, до якої спортсмен адаптований. Отже, для велосипедистів найбільш відповідними є ве-лоэргометрические тести, для бігунів — бігові і т.д. Проте це не означає, що для легкоатлетів або спортсменів інших видів спорту не можна використовувати велоэргометрические тести, які дозволяють найточніше враховувати об'єм виконаної роботи. Проте велосипедисти при велоэргометрическом тестуванні матимуть перевагу в порівнянні з представниками інших видів спорту тієї ж кваліфікації і що спеціалізуються у вправах, що відносяться до тієї ж зони потужності.

Використовувані тестовані навантаження, специфічні по потужності і тривалості, повинні відповідати навантаженням, використовуваним спортсменом в процесі тренування. Так, для легкоатлетів-бігунів, що спеціалізуються на короткі і наддовгі дистанції, що тестують навантаження повинні бути разными, сприяючими прояву їх основних рухових якостей — швидкості або витривалості. Важливою умовою застосування тестованих фізичних навантажень є точне встановлення їх потужності або інтенсивності і тривалості.

На результати дослідження впливає також температура навколишнього середовища, час тестування і стан здоров'я. Нижча працездатність спостерігається при підвищеній температурі середовища, а також в уранішній і вечірній час. До тестування, як і до занять спортом, особливо з максимальними навантаженнями, повинні допускатися тільки повністю здорові спортсмени, тому лікарський огляд повинен передувати іншим видам контролю. Контрольне біохімічне тестування проводиться вранці натщесерце після відносного відпочинку протягом доби. При цьому повинні дотримуватися приблизно однакові умови зовнішнього середовища, які впливають на результати тестування.

Зміна біохімічних показників під впливом фізичних навантажень залежить від ступеня тренованості, об'єму виконаних навантажень, їх інтенсивності і анаеробної або аеробної спрямованості, а також від підлоги і віку обстежуваних. Після стандартного фізичного навантаження значні біохімічні зрушення виявляються у менш тренованих людей, а після максимальних — у високотренованих. При цьому після виконання специфічних для спортсменів навантажень в умовах змагання або у вигляді прикидок в тренованому організмі можливі значні біохімічні зміни, які не характерні для нетренованих людей.

2. Об'єкти дослідження

і основні біохімічні показники

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

Повітря, що видихається, — один з основних об'єктів дослідження процесів енергетичного обміну в організмі, використання окремих енергетичних джерел в енергозабезпеченні м'язової діяльності. У нім визначають кількість споживаного кисню і вуглекислого газу, що видихається. Співвідношення цих показників до певної міри відображає інтенсивність процесів енергообміну, частку в них анаеробних і аеробних механізмів ресинтезу АТФ.

Кров використовується як один з найбільш важливих об'єктів біохімічних досліджень, оскільки в ній відбиваються всі метаболічні зміни в тканинних рідинах і лімфі організму. По зміні складу крові або рідкій її частині — плазми можна судити про гомеостатичний
стан внутрішнього середовища організму або зміну його при спортивній діяльності (табл. 48). '

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 рекомендуется

проводити через 3—7 мін, коли наступають найбільші біохімічні зміни в ній.

При фізичних навантаженнях і дії інших чинників середовища, а також при патологічних змінах обміну речовин або після застосування фармакологічних засобів зміст окремих компонентів крові істотно змінюється. Отже, за наслідками аналізу крові можна охарактеризувати стан здоров'я людини, рівень його тренованості, протікання адаптаційних процесів і ін. Останніми роками у зв'язку із загрозою зараження Снідом дослідження крові необхідно проводити з дотриманням всіх передбачених заходів захисту.

Сеча певною мірою відображає роботу нирок — основного органу виділення організму, а також динаміку обмінних процесів в різних органах і тканинах. Тому по зміні кількісного і якісного її складу можна судити про стан окремих ланок обміну речовин, надмірному їх надходженню, порушенню гомеостатичес-ких реакцій в організмі, зокрема пов'язаних з м'язовою діяльністю. З сечею з організму виводяться надлишок води, багато електролітів, проміжні і кінцеві продукти обміну речовин, гормони, вітаміни, чужорідні речовини (табл. 49). Добова кількість сечі (діурез) в нормі в середньому складає 1,5 л. Сечу збирають протягом доби, що вносить певні утруднення до проведення досліджень. Іноді сечу беруть дробовими порціями (наприклад, через 2 ч), при цьому фіксують порції, отримані до виконання фізичної роботи і після неї. Сеча не може бути достовірним

об'єктом дослідження після кратко тимчасових тренувальних навантажень, оскільки відразу після цього вельми складно зібрати необхідну для її аналізу кількість.

При різних функціональних поляганнях організму в сечі можуть з'являтися хімічні речовини, не характерні для норми: глюкоза, білок, кетонові тіла, жовчні пігменти, формені елементи крові і 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.

Таблиця 6

Хімічний склад мочи здорову дорослу людину

Компоненти сечі	Склад у нормі	
	г • сут-^{1}	ммоль ' сут'1

Органічні речовини: сечовина	22-46	
амінокислоти	20-35	333—583
креатинін	До 1,1	8,8
сечова кислота	1,0—2,0	8,8-17,7
глюкоза	0,2—1,2	1,2—7,1 0 0
білок	0	100-250 29-45
Неорганічні речовини: хлорид	0	130—260 38—82 2,5-6,2 4,2—8,4
фосфор	15—25	0,5 ммоль • л"1 (при рН 5,6) 36-71
неорганічний фосфати натрій	3,6-9,0	
	0,9-1,3.	
	2,0-6,7	

Розділ 2. Мета і завдання біохімічного контролю в спорті

Мета біохімічного контролю для спортсменів і осіб, що займаються масовими видами фізичних вправ оздоровчою спрямованості, полягає в отриманні інформації про зміни метаболізму в організмі в процесі м’язової діяльності і подальшого відпочинку.

Виділяють два головних завдання біохімічного контролю. По-перше, оцінка стану здоров'я спортсменів і громадян, що активно займаються масовими видами фізичних вправ, і на її основі відбір і допуск до тренувань, змагань і занять з оздоровчою спрямованістю. Тут розглядають по крайній мірі ще два приватних завдання:

- рання діагностика хвороб обміну речовин;
- біохімічна оцінка адекватності харчування при заняттях спортом і в інших групах з оздоровчою спрямованістю.

В цих випадках обстеження проводяться у спокої з використанням комплексу методів, що застосовуються в клінічній біохімії.

По-друге, оцінка метаболічної реакції організму на фізичні навантаження. Вирішення цього завдання здійснюється з залученням широкого комплексу біохімічних методів і великим різноманіттям методичних підходів. Можна виділити вирішення окремих приватних завдань:

- оцінка метаболічної реакції на окремі види фізичних вправ, окремі тренувальні заняття і тижневі мікроцикли підготовки спортсменів;

- метаболічна оцінка змагальної діяльності спортсмена;
- визначення стану тренованості і нетренованості організму за метаболічними реакціями і фізичною робо спроможністю;
- контроль за функціональним станом організму спортсменів, який відображає ефективність і раціональність виконуваної індивідуальної тренувальної програми;
- спостереження за адаптивними змінами головних енергетичних систем і функціональною перебудовою організму в процесі тренування;
- оцінка швидкості відновлення (нормалізації) метаболічних процесів в організмі після тренувальних і змагальних навантажень;
- підтвердження ефективності застосування аліментарних, фармакологічних і інших ергогенних засобів спортивного тренування;
- виявлення використання заборонених допінгових/ерголітичних засобів;

- оцінка впливу психо-емоційних, клімато-географічних і інших стрес-факторів на організм спортсменів під час навчально-тренувального процесу та на змаганнях.

2.6.5 Маркери пошкодження м’язової тканини.

-Рівень саркоплазматичних ферментів: КФК, ЛДГ.
-Міоглобін, троконін–Т, натрій уретичний гормон (ВЛР) .
-Визначення вмісту продуктів перекисного окислення ліпідів: малонового диальдегіду,диенових кон’ючатів.
-Активність ферментів системи інактивації активних форм кисню: глутотіонпероксидази,глутатіонредуктази, каталази, супероксиддикмутази.
-Рівень активних форм кисню: ЗМГ-тест (загальна міграція гранулоцитів).
-Біохімічний аналіз сечі: виявлення креатину і 3-метил-гістедину.

Оцінка пошкодження м’язової тканини

Скелетні м’язи забезпечують будь-яку рухову активність організму. Виконання цієї функції спричиняє значні біохімічні і морфологічні зміни в тканинах скелетних м’язів. І чим інтенсивніша рухова активність тим більші зміни виявляються.

Систематичні навантаження сприяють закріпленню низки виникаючих біохімічних змін, що визначають розвиток стану тренованості скелетних м’язів, який забезпечує виконання більш високих фізичних навантажень. Разом з тим і треновані м’язи пошкоджуються під час виконання фізичних навантажень, хоча поріг пошкодження у них вищій у порівнянні з нетренованимим’язами.

Початкова ініціююча фаза пошкодження – механічно, за якою настає вторинне метаболічне чи біохімічне пошкодження. Воно досягає максимуму на 1-3 дні після пошкоджую чого скорочення, що добре співпадає з динамікою розвитку дегенеративного процесу. Пошкодження будовим’язів під час тривалих чи напружених фізичних навантажень супроводжується появою стомлення. У випадку пролонгованих фізичних навантажень в якості факторів пошкодження м’язів відмічаються гіпоксичні умови, рененефузія, утворення вільних радикалів і підвищення лізосомальної активності.Об’єктивним біохімічним показником пошкодження м’язів вважається поява в крові як тканинноспецефічних м’язових білків (міоглобін, креатин фосфокіназа, лактатдегідрогеназа, аскартатамінотрансфераза), так і скоротливих і модуляторних (міозин, трономіозин, тронопік Т) білків м’язової тканини. Виявлення в крові цих білків скелетних м’язів являється доказом пошкодження м’язової тканини під час фізичних навантажень.

Механізм пошкодження скелетних м’язів при фізичних навантаженнях включає ряд процесів.

1.Порушення гомеостазу Ca2+,що супроводжується підвищенням внутрішньоклітинної концентрації Ca2+ і призводить до активізації калпахнів (нелізосольнихцистеїновихпротеаз), які відіграють важливу роль в запусканні процесів розщеплення білків скелетних м’язів, запалювальних змінах і процесах регенерації.

2.Посилення окисних процесів, в тому числі і процесів перекісного окислення ліпідів, що приводить до підвищення проникливості мембран міоцитів.

3.Асептично запалювальна реакція, яка протікає за участю лейкоцитів і з активацією циклиоксигенази–2.

4.Фізичний розрив сарколеми.

У вигляді одного із важливих факторів, що існує каскад біохімічних реакцій, і визначає пошкодження м’язів, розглядають механічний стрес. Значення даного фактору в пошкодженні скелетних м’язів підкреслює унікальність цієї тканини, структура якої призначена для використання скоротливої функції. М’язи здорової людини не зазначають ішемії, т. я. притік крові в них достатній. Разом з тим високо інтенсивні фізичні навантаження спричиняють сильну метаболічну гінаксію м’язів, наслідком якої після припинення фізичного навантаження подібно з ренерерузією при ішемії. В розвитку пошкодженню важливою виявляється не стільки ішемія, скільки

послідуюча репрефузія. Тому головними маркерами пошкодження являються високі рівні активних форм кисню як ініціаторів перекісного окислення ліпідів і запалювальних лейкоцитів-нейтрофілів.

В основі реалізації цього механізму знаходиться як локальне посилення вільно-радикальних процесів, так і накопичення закалювальних лейкоцитів. Поряд з активацією процесів перекісного окислення ліпідів виявляється зниження активності супероксиддисмутазиодного із ключових ферментів антиоксидантна захисту.

Виявлена наявність достовірних кореляційних зав'язків між активністю в крові ферментів скелетних м'язів (креатинфосфокіназа, лактатдегідрогеназа) і концентрацією мало нового альдегіду у спортсменів. Процеси перекісного окислення ліпідів являються важливим фактором модифікації клітинних мембран. Вони спричиняють зміни їх фізико-хімічних властивостей, проникливості, що визначає вихід в циркуляцію м'язових білків.

Вже в процесі навантажень, що відбуваються в умовах гіпоксії в м'язахрозвивається комплекс «пошкоджуючих» метаболічних реакцій: зростає концентрація внутрішньоклітинного Са+2, що проводить до активації Са+2 – залежних протеїназ-калпаїнів. В наслідок порушення енергетичного обміну вичерпуються запаси макроергів в м'язових волокнах. Розвивається ацидоз у зв'язку з продукцією

великої кількості молочної кислоти. По завершенню навантаження в м’язах вмикаються реакції пошкодження наступного ешелону, шо зв’язаний з активацією окисних процесів і лейколитною інфільтрацією. Най більш інформативними маркерами м’язового пошкодження являються рівень активності креатинфосфокінази і концентрація міоглобіну в плазмі (сироватці крові).

Пошкодження, що виникають в скелетних м’язах під час виконання фізичних навантажень високої інтенсивності і тривалості, можуть бути зменшені за допомогою адекватної фармакологічної підтримки, а також відповідної фізіотерапевтичної підготовки м’язів до фізичної роботи. Прискорення відновлення м’язових пошкоджень також можливо досягти, використовуючи фармакологічну підтримку поряд з відомими фізіотерапевтичними міроприємствами. Враховуючи відомості про механізми пошкодження міоцитів при виконанні високо інтенсивних фізичних навантажень та з метою завчасної фармакологічної підтримки скелетних м’язів доцільно використовувати.

Різні антиоксидантні комплекси можливо певні нестероїдні проти запалювальні препарати. Важлива визначити тактику використання цих препаратів, ґрунтуючись на розумінні тих процесів що відбуваються в скелетних м’язах під час фізичних навантажень і в період реституції найбільш доцільно підтримку з використанням антиоксидантів

розпочинати хоча б за декілька днів до змагань і не припиняти її в процесі змагальної діяльності. Проти запалювальні препарати необхідно використовувати, певно, перед навантаженнями і, можливо, відразу після них. Використання не стероїдних проти запалювальних субстанцій може допомогти загальмувати запалювальний процес, а саме той його етап, який зв'язаний з формуванням локального структурно-метаболічного фону, що визначає притік лейкоцитів.

Доказано, що антиоксидантні особливості біологічно активних препаратів сприяють підвищенню фізичної робото-спроможності. Серед них вивчені: вітамінні препарати А, С, Е, В15, бета-каротин; поліфенольні рослинні адаптогени; іанол; цинктерал; селен; ензими (вобензим, флогензим, вобе-мугос); оліфен; кофермент Сі15-убіхінон; мед, пилок; церебрумкомнозитум; церулоплазмін; біофлавоноїди; мікрогідрин, тощо.

[В. Н. Платов, 2003]

Нестероїдні проти запалювальні засоби (міжнародні непатентовані назви): ацетилсаліцилова кислота, диклофенак, диметилсульфоксид, ібупрофен, мелоксінам, кетопрофен, німесулід, холіну соліцилат, целекоксіб, тощо.

[В. А. Георгияну, 2013]

СУЧАСНІ МОЖЛИВОСТІ ЛАБОРАТОРНОЇ ДІАГНОСТИКИ В СПОРТІ: ОГЛЯД.

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Характерними рисами сучасного спорту є значне його омолодження і неуклінне зростання спортивних результатів. Соціальне значення спорту у нашій країні постійно зростає, вдосконалюються форми та методи тренувального процесу. Цілеспрямована багаторічна підготовка та виховання спортсменів високого класу - це складний процес, якість якого визначається рядом факторів. Одним с таких факторів є система комплексного контролю на різних етапах підготовки спортсменів. У контролі за перебігом підготовки спортсмена приймають участь тренери, педагоги, психологи, лікарі, фізіологи, біохіміки, імунологи та інші спеціалісти.

Контроль, як правило, базується не на одному-двох важливих педагогічних критеріях, а на комплексі показників, який дає можливість об'єктивно оцінити індивідуальні можливості підготовки спортсменів.

Сучасні можливості як біохімічної, так і лабораторної діагностики в спорті детально проаналізовані в працях: Н. Н. Яковлев (1974), Н. К. Цепкова (1978), Дж. О. Холлюши (1982), Ф. Д. Гольник, Л. Германсен (1982), А. А. Виру (1984), В. В. Меньшиков, Н. И. Волков (1986), В. В. Иванов (1987),

В. Н. Большевый, Г. В. Ішутко (1988), Е. А. Ширковец (1988), М. И. Калинский, В. А. Рогозкин (1990), В. Ю. Давыдов, А. А. Букреева, Л. П. Игнатьева, В. И. Савин (1992), М. Хавгривс (1998), Н. И. Волков, Э. Н. Несен, А. А. Осипенко, С. Н. Корсун (2000), Рон Мохан, Максл Глессон, Пауль Гринхафф (2001), В. І. Мелешко (2009, 2010, 2011), Л. М. Гунина (2012, 2013) та інші.[1-10]

Мета дослідження. Надати головну уяву про зміст та методи лабораторного контролю в спорті, розкрити можливості і перспективи лабораторної діагностики в оцінці функціонального стану організму і безпосередньо працюючих м'язів.

Методи дослідження: аналіз і узагальнення спеціальної науково-методичної літератури, аналіз спеціальних веб-сайтів мережі «Інтернет», документальний метод (аналіз даних лабораторної діагностики спортсменів), вивчення і узагальнення передового досвіду сучасних спортивних діагностичних лабораторій, вивчення та узагальнення досвіду передової спортивної практики (опитування тренерів, провідних спортсменів).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Сучасне лабораторне обладнання признаних світових виробників європейського рівня:

1. Імунохемілюмінесцентний аналізатор Architect i2000. Виробник: Abbot Laboratories (США).
2. Лабораторна система для проведення біохімічних досліджень Olympus AU 400. Виробник: Beckman Coulter (США).
3. Автоматичний хемілюмінесцентний аналізатор IMMULITE 1000.Виробник: Simens Medical Solutions Diagnostics (США).
4. Автоматичний коагулометр ACL 7000. Виробник: Instrumentation Laboratories (США).
5. Електролітний аналізатор Roche 9180. Виробник: F. Hoffman-La Roche (Швейцарія).
6. Комплект обладнання імуноферментного аналізу. Виробник: Tecan (Швейцарія).
7. Детектуючий ампліфікатор ДТ-96. Виробник: ДНК-Технологія (Росія).
8. Автоматичний аналізатор для гематологічних досліджень Micros 60.

   Виробник: Horiba ABX (Франція).
9. Комплект обладнання імуногематологічних досліджень Dia Med. Виробник: Dia Med (Bio-Rad laboratories - США).

10. Набір реагентів і тест-систем Bio Merieux для мікробіологічних (бактеріологічних) аналізів. Виробник: Bio Мегіеих (Франція).
11. Визначення швидкості осадження еритроцитів (ШОЕ) по методу Вестергрена.

Робота виконана з метою інформування та популяризації сучасних можливостей лабораторної діагностики в спорті. Вона базується на аналізі та узагальненні практичних науково-дослідних досягнень лабораторії стимуляції роботоспроможності Наукового дослідного інституту Національного університету фізичного виховання і спорту України, інших діагностичних лабораторій та особистих досліджень. А саме частина матеріалу наведена з дозволу його автора, зав. Лабораторії стимуляції роботоспроможності, кандидата біологічних наук, доцента, Голови фармакологічної Ради при Національному Олімпійському Комітеті України Гуніної Лариси Михайлівни.

Глибина біохімічних змін, що виникають в м’язовій тканині, внутрішніх органах і біологічних рідинах організму залежить при фізичному навантаженні від його інтенсивності і тривалості. Чим вища інтенсивність навантаження і її тривалість, тим більш значні метаболічні зрушення в організмі. В стані пере-тренованості пряма залежність між цими показниками часто спотворюється, спостерігається вичерпання регуляторних систем. Досягнувши певного рівня, накопичені метаболічні зрушення стають одним із факторів, що посилюють пере тренованість та призводять до дезадаптації.

Визначення значень метаболічних показників дозволяє вирішувати завдання комплексного обстеження спортсменів:

- здійснювати контроль за функціональним станом організму, висліджувати адаптаційні зміни в головних енергетичних системах і функціональну перебудову організму в процесі тренування;

- здійснює діагностику перед патологічних і патологічних змін метаболізму;

- оцінювати рівень тренованості спортсмена, адекватності використання поза -тренувальних (фармакологічних, фізіотерапевтичних та інших) засобів підвищення роботоспроможності та прискорення відновлювання, що в цілому призведе до підвищення роботоспроможності.

Види лабораторного контролю:

1. Поточні обстеження (ПО) у відповідності з планом підготовки;
2. Етапні комплексні обстеження (ЕКО) 3-4 рази на рік;
3. Обстеження під час змагальної діяльності (ОЗД);
4. Поглиблені медичні обстеження (ПМО) 2 рази на рік.

Правила проведення лабораторних досліджень в спорті для підвищення їх інформативності:

- взяття всіх біологічних матеріалів (кров, сеча та ін.) здійснюють до проведення діагностичних процедур та навантажувальних проб;

- кров для біологічних і гематологічних досліджень відбирають строго натще після споживання 200-250 мл несолодкої негазованої рідини;

- кров на гормони відбирають тільки до 10 години ранку у зв'язку з добовими біоритмами;

- під час здавання крові з вени необхідно виключити фізичні навантаження (навіть підйом по сходам) в день обстеження і напередодні, емоційне збудження; необхідно посидіти безпосередньо перед аналізом 10-15 хвилин;

- виключити споживання жирного, смаженого, гострого, алкоголю, паління напередодні і в день обстеження.

ЗМІСТ ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЮ

- Під час ПО визначається поточний функціональний стан спортсмена і рівень тренувального ефекту, проводиться корекція

спрямованості та об'єму м'язової роботи на протязі тренувального процесу.

- На заключному етапі підготовки до головних стартів сезону лабораторний контроль активно сприяє відбору та комплектуванню команд з найбільш підготовлених спортсменів, дозволяє дозувати навантаження за показниками, отриманими під час обстеження.
- В процесі ЕКО і ПМО за допомогою лабораторних маркерів оцінюють сумарний (кумулятивний) тренувальний ефект.
- Під час ПМО також додатково виявляють передпатологічні і патологічні стани. Дозволяє оцінювати часову, кліматичну і високогірну адаптацію організму спортсмена.

ОБОВ’ЯЗКОВА ЛАБОРАТОРНА ПРОГРАМА ПМО:

1. Загальноклінічний аналіз крові з підрахунком ретулоцитів та їх фракцій.

2. Загальний аналіз сечі.

3.Гомеостаз, мікроциркуляція:

- фібриноген, протромбіновий індекс (ПТІ), протромбіновий час, антитромбін-ІІІ (АТ-ІІІ),

активований частково тромбопластичний (коалін-кефаліновий) час (АЧТЧ), розчинні комплекси фібрин-мономеру, Д-димер, фібриноліз.

4.Діагностіка ризику кардіологічної дисфункції і раптової коронарної смерті:

- мозковий натрійдиуретичний пептид (BNP), тропонін-Т.

5. Вуглеводний обмін:

- глюкоза, інсулін.

6. Ліпідний обмін:

- загальний холестерин (ХНзаг), ліпопротеїди низької густини (ЛПНГ), ліпопротеїди високої густини (ЛПВГ), триацилгліцериди, підрахунок коефіцієнта атерогенності (Кет);

Кет = Хнзаг – ХН · ЛПВГ/ ХН · ЛПВГ.

7.Білковий обмін:

- загальний білок, альбумін, глобулін, білкові фракції, молекули середньої молекулярної маси (МСМ), сечовина, сечова кислота, креатинін, креатин - фосфокіназа (КФК), в тому числі МВ-фракція (серцева), міоглобін.

8.Функції печінки, жовчовивідних шляхів і підшлункової залози:

- білірубін, аспартатамінотрансфераза (АсТ) і аланінамінотрансфераза (АлТ) з підрахунком коефіцієнта де Рітіса = АсТ : АлТ, лужна фосфотаза (ЛФ), гама-глутамілтрансфераза (γ-ГТ), α-амілаза, лактатдегідрогеназа (ЛДГ).

9. Еритропоез:

- залізо сироватки, ферітин, еритропоетин.

10.Мінеральний обмін та мікроелементи:

- паратиреоїдний гормон, кальцітонін, остеокальцін, магній, кальцій іонізований, фосфор, калій, натрій, хром, цинк, селен, мідь.

11.Гормональний профіль:

- тиреотропний гормон (ТТГ), тритодтиронін (Т3) і тетрайодтиронін-тироксин (Т4), загальний тестостерон, стероїдзв’язуючий глобулін (глобулін, що зв'язує статеві гормони - ГЗСГ), естрадіол і пролактин (для жінок), кортизол, соматотропний гормон (СТГ), інсуліноподібний фактор росту (соматомедін-С), катехоламіни (адреналін-Ад, норадреналін-НА, дофамін-ДА).

12.Імунологічний профіль:

- гуморальні фактори: імуноглобуліниА, G, M, цитоімунокініни (ЦІК);

- клітинні фактори: Т-лімфоцити, В-лімфоцити, натуральні кіллери (NK), Т-хелпери, Т-супресори з підрахунком індексу Тхелпер / Т супресор.

13.Інфекційні захворювання:

- гепатити В і С, вірус імунодефіциту людини (ВІЛ).

ДОДАТКОВА ЛАБОРАТОРНА ПРОГРАМА ПМО:

1. Діагностика ризику кардіологічної дисфункції і миттєвої коронарної смерті:

гомоцистеїн, передсердний натрійуретичний пептид (ANP), міоглобін, інтерлейкін-6, ЛДГ (серцева фракція).

2. Панель остеопорозу:

маркер резорбції кісткової тканини (Cross-Laps), маркер формування кісткової тканини (PINP), дезоксипіридинолін (DPD), кістково-лужна фосфатаза, остеокальцін, вітамін D3, паратгормон.

3. Розширена оцінка тиреоїдної функції:

Т3 (загальний і вільний), тиреоглобулін, антитіла до тиреоглобуліну, антитіла до пероксидази тиреоцитів.

4. Функціональний стан гіпофізарно-гонадної системи:

вільний тестостерон, андростендіон, лютеотропний гормон, фолікулостимулюючий гормон, адренокортикотропний гормон, кортизол в сечі (вільний):

5. Показники обміну заліза та активного гемопоезу:

вітамін B_{12}, фолієва кислота, трансферин, розчинний рецептор до трансферину, залізозв'язуюча здатність крові.

6. Про- і анти запальні цитокініни:

інтерлейкін-1 (IL-1), IL-1β, IL-6, I, IL-18, фактор некрозу пухлини (TNF-α).

IL-4, IL-10, IL-13, розчинні рецептори до TNF.

7. Показники активності метаболічних процесів:

- Комплексний аналіз крові на жиро-і водорозчинні вітаміни (A, D, E, K, C, групи B), рівень гомоцистину як маркера вмісту вітамінів групи B.

- Ненасичені жирні кислоти родини омега-3 (ейкозапентаєнова – EPA - тимнодонова,20; докозагексаєнова – DHA – клупадонова, 22).
- Органічні кислоти (яблучна, лимонна, щавлева, янтарна, мурашина та ін.)
- Насичені жирні кислоти (пальмітинова, стеаринова, олеїнова та ін.).
- Амінокислоти (всього 19, в т.ч. незамінні).
- Параметри перекисного окислення ліпідів(ПОЛ):, супероксиддисмутаза (СОД), малоновий диальдегід (МДА), вуглеводи глікозильовані (ВГл) в крові і еритроцитах, каталаза.

8. Розширений аналіз функції підшлункової залози:

ліпаза, антитіла до інсуліну, С-пептид (відображає ендогенну секрецію інсуліну), глікозильований інсулін, фруктозамін, онкологічний маркер вуглеводний антиген (CA 19-9).

9. За показаннями:

аналізи на наявність хелікобактеріальної інфекції, серологічна діагностика (Chlamydia, Ureaplasma, Mycoplasma), імуноферментні (TORCH-інфекції)

реакції і з ДНК-діагностики полімеризні ланцюгові реакції (ПЛР-реакції) для уточнення наявності урогенітальних інфекцій.

Використання можливостей спортивно-генетичного тестування:

- В 2008 році були виявлені 29 генів, які асоціюються зі спортивною діяльністю, в 2011 році їх кількість досягла 72. Допоможуть у виборі оптимального виду спорту та спеціалізації, коли існує можливість досягнення високих результатів без шкоди для здоров'я (медико-генетичний відбір): гени активації синтезу NO-синтази (eNOS), ген ангиотензин-конвертуючого ензиму (ACE), ген α-актиніну-3 (ACTN3), ген аденозиндезамінази (AMPD1), ген α-рецептора, що активується проліфераторомі пероксисом (PPARA), ген 1-α-коактиватора γ-рецепторів, що активуються проліфераторами пероксисом (PPARGC1A), ген фактору росту ендотелію судин (VEGF).

- На етапі вдосконалення спортивної майстерності та досягнень вищих спортивних результатів: допомога в підвищенні зростання спортивних показників і профілактики різних захворювань. Пропонується тактичний супровід тренувального та змагального процесів, встановлюються різні фізичні якості, над удосконаленням яких необхідно працювати в першу чергу.

- За допомогою генетичного тестування існує можливість визначення здатності до нарощування м'язової маси (гіпертрофічний потенціал скелетних м'язів) через визначення генів інгібітора міостатіну GDF - 8, генів трансмембранних рецепторів активінів - ActRIIAi ActRIIB. Якщо виявляється, що здатність до розвитку робочої гіпертрофії м'язів низька, то пропонується специфічний режим тренувань і фармакологічна корекція метаболізму атлета (фармакогенетика).

Гени на 50% відповідальні за ефективність фізичної роботоспроможності більшості індивідуумів.

Лабораторний контроль при ЕКО

- це поточний аналіз змін гомеостатичних показників, що дає можливість оцінити стан здоров'я, довгострокову адаптацію, а також (при тестуванні з навантаженням) - резервні можливості організму.

Якою повинна бути лабораторна програма під час ЕКО?

Звичайна програма:

- Загальний аналіз сечі;
- Загальний аналіз крові.

Необхідна програма:

- Загальний аналіз сечі;

- Загальний аналіз крові;
- Гомеостаз, оцінка мікроциркуляції;
- Гормональний статус;
- Біохімічний аналіз крові;
- Про-антиоксидантний статус;
- Скринінг анемій.

Загальний аналіз сечі і крові включає:	Біохімічний аналіз крові включає:
Лейкоцити ($10^{9}\cdot$ л$^{-1}$)	Загальний білок (г·л$^{-1}$)
Еритроцити ($10^{12}\cdot$ л$^{-1}$)	Білірубін загальний/прямий (мкмоль·л$^{-1}$)
Гемоглобін(г· л$^{-1}$)	Сечовина (ммоль·л$^{-1}$)
Гематокрит %	Креатинін (мкмоль·л$^{-1}$)
Середній об'єм еритроциту (фемталітр), 10^{-15}	Глюкоза (ммоль·л$^{-1}$)
Абсолютний вміст гемоглобіну в эритроциті (пікограм), 10^{-12}	Калій (ммоль·л$^{-1}$)
Средняя концентрація, гемоглобіну в еритроциті (г·дл$^{-1}$)	Натрій (ммоль·л$^{-1}$)
Анізоцитоз %	Кальцій іонізований (ммоль·л$^{-1}$)
Тромбоцити ($10^{-9}\cdot$ л$^{-1}$)	α-Амілаза (U/ I)
	АлАТ і АсАТ (U/ I)
	γ-Глутамілтрансфераза (U/ I)

Перелік необхідних лабораторних досліджень при ПО (не менше 2-3 разів протягом НТЗ або змагального періоду)

- Загальноклінічний аналіз крові з підрахунком ретикулоцитів та їх фракцій, формула крові, швидкість осадження еритроцитів (ШОЕ).

- Загальний аналіз сечі.

Біохімічний аналіз крові:

- кислотно-лужний стан (КЛС), загальний білок, глюкоза, лактат, білірубін, креатинін, сечовина, сечова кислота, альбумін, глобулін, білкові фракції, МСМ, кальцій іонізований, фосфор, калій, натрій, магній, АсТ і АлТ, α-амілаза, ЛФ, γ-ГТ, BNP , ЛДГ, КФК, міоглобін.

Гормональний статус:

тестостерон, інсулін, кортизол.

Про- антиоксидантний баланс:

СОД, а також МДА і ВГл (в крові та еритроцитах).

Перелік лабораторних досліджень під час тестуючих фізичних навантаженнях при ПО

- До біохімічного аналізу крові додаються: лактат, ХС, тригліцериди (ТГ), ферітин, трансферин,

залізо.

До гормональних досліджень додаються: катехоламіни, еритропоетин.

Біохімічний аналіз сечі: креатинін, 3-метилгістидин (міра деградації м'язових білків актину і міозину).

Оцінка втоми і відновлення під час ПО

Достатні біохімічні маркери:

- сечовина, НЕЖК (неетерифіковані жирні кислоти), лактат, загальний білок, альбумін, глобулін, білкові фракції, КФК, ЛДГ, АсТ, міоглобін, магній, калій, кальцій іонізований, хром.
- До головного переліку досліджень додається оцінка гемостазу і мікроциркуляції:
- Фібриноген, АЧТЧ, ПТІ, тромбіновий час, АТ-ІІІ, , розчинні комплекси фібрин-мономеру, Д-димер, фібриноліз.

Формування висновку за результатами лабораторних досліджень

При ПМО:

- Оцінка стану здоров’я.
- Вказування на наявність лабораторних ознак патології.

- Оцінка функціонального стану спортсмена.
- Фармакологічні рекомендації по корекції функціонального стану.

При ЕКО:

- Оцінка перенесення навантажень.
- Оцінка довгострокової адаптації.
- Оцінка резервних можливостей.
- Корекція (тренувальна та позатренувальна, в т. ч. фармакологічна).

При ПО:

- Оцінка рівня термінової адаптації до тренувальних навантажень і перенесення навантажень.
- Оцінка перенапруги.
- Оцінка пошкодження і травмування м'язової тканини.
- Оперативна корекція (тренувальна та позатренувальна).

ВИСНОВКИ

1. Використання можливостей лабораторної

діагностики повинно бути обов'язковим при організації та проведенні комплексних контрольних досліджень в спорті та при заняттях масовою фізичною культурою оздоровчої спрямованості.

2. Лабораторні дослідження в практиці фізичної культури і спорту дають найбільш об'єктивну інформацію про стан організму лише тоді, коли поєднуються с педагогічними, медичними, фізіологічними методами контролю, але не виключається і самостійне використання лабораторних методів з метою оцінки стану здоров'я, тренованості, відповідної реакції організму на тренувальні навантаження, протікання відновлювальних процесів, ефективності використаних засобів і методів на тренуваннях і змаганнях.

3. Обов'язкова лабораторна програма поглиблених медичних обстежень (ПМО) повинна включати: загальноклінічний аналіз крові з підрахунком ретикулоцитів та їх фракцій, загальний аналіз сечі, гемостаз і мікроциркуляція, діагностика ризику кардіологічної дисфункції і миттєвої коронарної смерті, вуглеводний обмін, ліпідний обмін, білковий обмін, функції печінки/жовчовивідних шляхів і підшлункової залози, еритропоез, мінеральний обмін і мікроелементи, гормональний профіль, імунологічний профіль, інфекційні захворювання.

4. Додаткова лабораторна програма поглиблених медичних обстежень (ПМО) повинна

включати: панель остеопорозу, розширення оцінки тереоїдної функції, функціональний стан гіпофізарно-гонадної системи, показники обміну заліза і активності гемопоезу, про-антизапалювальні цитокініни, показники активності метаболічних процесів, розширений аналіз функції підшлункової залози, бактеріологічні обстеження.

5. Лабораторна програма під час етапних комплексних обстежень (ЕКО) повинна включати: загальний аналіз сечі та крові, гемостаз і оцінка мікроциркуляції, гормональний статус, біохімічний аналіз крові, про-антиоксидантний статус, скринінг анемій.

Біохімічна характеристика розтренованості и перенавантаження у спортсменів.

Еритроцитив нормі містяться у здорових чоловіків в крові в кількості 4,0-5,0×10\12.. Гемопоез представляє собою складний процес, що здійснюється в органах кровотворення. Еритроцити володіють антигенними властивостями, приймають участь в гомеостазі, але головна їх функція- забезпечення тканин киснем і участь в транспорті вуглекислоти. Зниження числа еритроцитів в крові є одним з головних показників анемії. Кольоровий показник крові 0,85-1,15.

Гемоглобін крові в нормі складає: у жінок 117-158, г., у чоловіків- від 135 до 180 г. . Гемоглобін- дихальний

пігмент крові головною функцією його в організмі є транспортування кисню і вуглекислого газу. Приєднуючи до себе в легенях молекули кисню, гемоглобін перетворюється в оксигемоглобін, у вигляді якого транспортує кисень до органів чи тканин. У зв'язку з тим, що виникнення перетренування і перетоми відбувається за однією із причин із-за гіпоксії (зниження парціального тиску кисню), можливо передбачити, що аналіз крові на вміст гемоглобіну- один із суб'єктивних критеріїв наявності того чи іншого ступеня стомленості.

Гематокрит (гематокрична величина) дає уяву про спів відношення між об'ємами формених елементів крові (головним чином, еритроцитів) і плазми крові. гематокритною величиною прийнято виражати об'єм еритроцитів в цільній крові. У здорових людей гематокрит крові рівний: у чоловіків 40,7-50,3%(0,407-0,503), у жінок 36,1-44,3%(0,361-0,443). Гематокритну величину використовують для визначення розрахункових показників, що відображають різні характеристики еритроцитів: середній еритроцитарнийоб'єм(80-97,6мкл), концентрацію гемоглобіну в 1 еритроциті(32,7-35,5г%), вміст гемоглобіну в одному еритроциті(26,7-33,3 пг).

Зниження гематокриту, незважаючи на відносне зниження кількості носія кисню, приводить до покращення забезпечення організму киснем.

Ізоволемічне зниження гематокриту благо приємна для людини.

Підвищення гематокриту істотно підвищує в'язкість крові. У зв'язку з цим зменшується серцевий викид і кількість кисню, що транспортується до тканин.

Відомо що хронічна анеміяздійснює негативний вплив на робото спроможність спортсмена. Час відновлення після виконання стандартного навантаження на вело ергометрі при анемії значно подовжується.

Гематологічні показники при спортивних анеміях

Показники / Норма, анемія	Вміст гемоглобіну г.$л^{-1}$	кількість еритроцитів, $*10^{12}$. $л^{-1}$	середній вміст гемоглобіну в еритроцити, пГ	Залізо сироватки, МК Моль. $л^{-1}$
Чоловіки	130-160	4,0-5,0	27-36	14-26
Жінки	120-140	3,9-4,4	27-32	11-26
Зализодефіцитна анемія	90-100	3,6-3,8	25-27	7,0-9,5

Мікро=10^{-6}; нано=10^{-9}; піко=10^{-12}.Креатинміститься в крові в кількості 2,6-3,3 мг. (0,26-0,33мг%, 20-25мк.моль *)до тренування і підвищується до 6,4 мг*(0,64мг%, 50мк.моль*) після тренування. Норма вмісту креатину крові: у чоловіків 15,25-45,75 мк. моль*, у жінок 45,75-76,75 мк. моль*. Із зростанням

тренованості вміст креатину в крові після навантаження зменшується. Адапрований до фізичних навантажень організм спортсмена реагує на них меншим підвищенням рівня креатину в крові, чим слабо тренований. Тривале збереження підвищеного рівня креатину в крові свідчить про не повне відновлення (не плутати з рівнем креатину в крові під час прийому препарату креатину-моногідрату, а краще креатину гідро-хлориду). Креатин це речовина що синтезується організмом людини природним шляхом і використовується для забезпечення енергією м'язових тканин. Його хімічна назва- метилгуанідиноутова кислота. Креатин синтезується із амінокислот аргінін, метіонін і гліцин в печені, а також в нирках і підшлунковій залозі.

Сечовина в крові до тренування міститься в кількості 19-22 мг%. Після тренування її вміст підвищується до 40 і більше мг%. В нормі вміст сечовини в сироватці крові складає 2,5-8,32 ммоль * (1 ммоль*=6,25 мг%). Під час виконання фізичного навантаження на протязі декількох годин зростає вміст сечовини в крові і знижується вміст амінокислот. Після дуже великих тренувальних навантажень нормалізація вмісту сечовини не наступає. Відбувається посилене розщеплення білків, так як забезпечення енергії за рахунок розщеплення вуглеводів і жирів виявляється недостатнім. При збільшенні вмісту сечовини в крові необхідно уважно слідкувати за спортсменами, так як

вони в цей час най більше схильні до травмування. Вміст сечовини в крові необхідно розглядати як симптом дуже сильного стомлення і недостатнього відновлення.

Молочна кислота в нормі міститься: в цільній крові в кількості 0,3-1,3 ммоль на , в плазмі крові 0,5-2,2 ммоль на . після тренування її вміст зростає більш чим 18 ммоль на . Молочна кислота- кінцевий продукт гліколізу. Рівень її в крові дозволяє оцінювати співвідношення в працюючих м’язах процесів аеробного окислення і анаеробного гліколізу(посилення останнього і призводить до підвищення вмісту молочної кислоти в крові). При інтенсивній фізичній роботі вміст молочної кислоти в крові значно зростає. Він неблагоприємнодіє на процеси швидкого скорочення м’язів. Зменшення внутрішньоклітинного РН знижує ферментативну активність і тим самим гальмує фізико-хімічні механізми м’язового скорочення, тобто негативно впливає на спортивні результати.

Імуноглобуліни різних класів(A,D,E,C1,M) визначаються для функціональної оцінки В-системи лімфоцитів(гуморального імунітету). Імуноглобуліни різних класів містяться в сироватці периферійної крові в кількості:

Під впливом граничних фізичних навантажень відмічається зникнення певних класів імуноглобулінів,

зниження імунітету. Використання ультрафіолетового опромінювання, масажу, гідро-процедур призводить до нормалізації показників імуноглобулінів і імунітету.

Ацетилхолін у здорових осіб міститься в крові в кількості 88,6 +- 5,5 МК г. м . Він впливає на тонус гладенької мускулатури бронхів, внутрішніх органів, судин легень. Під час великих фізичних навантажень вміст ацетилхоліну підвищується. Це пов'язане, по-перше, з порушенням медіаторного балансу, що, в свою чергу, приводить до гіпоксемії і гіпоксії тканин. Ці порушення спричиняють метаболічні зрушення, характер і спрямованість яких прямо залежать від тривалості і інтенсивності фізичних навантажень.

У спортсменів під час хронічної перевтоми відмічається підвищення рівня ацетилхоліну в крові в стані спокою, що може свідчити про функціональні порушення вегетативної нервової системи. Збільшенням вмісту ацетилхоліну в крові ускладнює доставку кисню тканинам, здійснюючи вплив в першу чергу на трансмембранні процеси клітин шляхом зміни ЦГМФ, концентрації глюкози, активності піруваткінази, що сприяє зрушенню РН(метаболічний ацироз) і зміні кривої дисоціації кисню.

Дослідження слини проводяться для характеристики функціонального стану організму під час м'язової діяльності.

Визначаються титр лізоциму в слині, РН, амілазу, молочну кислоту. У спортсменів в стані високої спортивної форми(готовності) титр лізоциму вищий, чим під час незадовільної спортивної форми. Істотні фізичні навантаження приводять до зниження титру лізоциму, зрушення РН слини в кислий бік, до підвищення активності амілази, зростання вмісту молочної кислоти.

В основі перевтоми знаходиться загальна риса всіх нервових клітин – залежність від дефіциту енергії. Енергетична складова є лімітуючим фактором не лише в роботі нервових клітин, але і будь-якого органу взагалі. Усунемо дефіцит енергії- і автоматично усувається перевтома, що винекла.

В першу чергу необхідно зменшити потреби нервових центрів в енергетичних субстратах- речовинах, що окислюються з виходом енергії. Необхідно використовувати фармакологічні препарати, які здатні спричинити в ЦНС стан охоронного гальмування. Це надає необхідний відпочинок нервовим клітинам, ліквідуючи протиріччя між потребами в енергії і можливостями ці потреби задовольняти. Необхідно використовувати транквілізатори.

БІОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТРЕНОВАНОГО ОРГАНИЗМУ

З позиції біохімії можливо виділити як мінімум чотири фактори, зміни яких істотно впливають на обмін речовин тренованого фізичними вправами організму.

1. Підвищення запасів доступних для використання енергетичних ресурсів в скелетних м’язах та інших органах і тканинах.
2. Розширення потенційних можливостей ферментного апарату.
3. Вдосконалення механізмів регуляції обміну речовин за участю нервової і ендокринної систем, внутрішньоклітинної системи автономного регулювання і аденілатциклазної системи.
4. Процес розвитку гіпертрофії працюючих органів(скелетні м’язи, міокарду), що особливо істотно під час фізичних навантажень силової спрямованості.

Під впливом систематичних тренувальних впливів біохімічні зміни в м’язовій системі сумуються та закріплюються. Це знаходить своє відображення перш за все в морфологічних змінах м’язових волокон.

Зростає товщина м’язових волокон, відбувається їх робоча гіпертрофія. Посилюється синтез структурних білків, збільшується кількість міофібрил, які нерідко групуються пучками(поля Конгейма). Всі ці зміни приводять до зростання сили м’язів та їх міцності.

Може змінюватися форма ядер(навіть зростати їх кількість) та структура рухових нервових закінчень у

вигляді зростання числа контактів між нервовим закінченням(аксоном) і сарколемою.

Значно зростають числа та розміри мітохондрій скелетних м’язів. Самі мітохондрії зазнають значних морфологічних і функціональних змін. Зростає кількість крист і скорочується відстань між ними, підвищується активність мітохондріальних ферментних систем. Підвищується інтенсивність транспорту електронів по дихальному ланцюгу та його спряження з окисним фосфорилюванням, що розширює енергетичні можливості скелетних м’язів.

Із біохімічних змін, які відбуваються в м’язах під впливом тренувань необхідно відмітити наступні.

Спостерігається пов’язане з гіпертрофією зростання вмісту скоротливих білків, і перш за все міозину. Зростає вміст в м’язах міоглобіну що приводить да збільшення резерву кисню, який може бути використаний в аеробній роботі. В м’язах підвищується вміст білків мязової строми(міостроміни), які приймають участь біомеханіці розслаблення м’язів. У зв’язку з цим здатність до розслаблення м’язів у тренованих спортсменів вища.

М’язи тренованого організму більш реактивні. Під час їх діяльності значніше чим в нетренованих м’язах зростає активність різних ферментних систем. Але це не може бути пояснено біохімічними змінами які

відбуваються в м’язах. Це в першу чергу залежить від змін нервової регуляції обміну речовин. При відключенні за допомогою снодійних речовин(амітал) вищих відділів ЦНС в м’язах тренованих тварин під впливом м’язової діяльності відбуваються такі ж зміни активності ферментів, як і в м’язах нетренованих тварин.

Зміни енергетичного метаболізму під час фізичного навантаження в процесі багатолітніх тренувань приводять до збільшення запасів внутрішньо м’язових енергетичних субстратів(креатин фосфату, глікогену) і підвищення активності ферментів та їх кількості (АТФ-аза, креатинофосфакіназа, ферменти гліколізу, циклу лимонної кислоти, окислення жирних кислот, систем транспорту електронів). Це приводить до прискорення швидкості розпаду АТФ та її ресинтезу. Сама концентрація АТФ в тканинах тренованого організму не змінюється, але при цьому зростає швидкість обміну молекул АТФ.

Тренована людина здатна виконувати субмаксимальні навантаження в більш економному режимі змін метаболізму: з нижчою продуктивністю молочної кислоти та меншим зниженням внутрішньоклітинного РН.

Швидкість ресинтезу АТФ на початку фізичного навантаження визначається запасами креатин фосфату в м’язах. Під час більш тривалої ресинтезу АТФ в значній

мірі залежить від наявності вуглеводів, неетерифікованих жирних кислот(НЕЖК) та від активності ферментів аеробного окислення, їх спряження з фосфорилюванням.

Під впливом тренувань запаси глікогену в скелетних м’язах, міокарді, печінці істотньо зростають. Одночасно підвищуються активність ферментів, які приймають участь в розпаді глікогену і, перш за все, глікогенфосфорилази.

Під впливом тренувань на витривалість поріг анаеробного обміну(ПАНО) підвищується. Зниження утворенням молочної кислоти в тренованих скелетних м’язах здійснює позитивний регуляторний ефект на ряд метаболічних циклів.

Не відбувається значного зрушеннярН(при низьких концентраціях молочної кислоти), що підвищує інтенсивність ліполізу і утилізації жиру. Зростання частки роботи, що виконується за рахунок аеробного ресинтезу АТФ, приводять до зниження частки гліколізу в м’язовій енергетиці, що впливає на інтенсивність використання вуглеводних і жирових джерел енергії. Низький рівень молочної кислоти фактично знижує її ингібіторний вплив на активність ліпаз-ферментів, які католізують обмін тригліцеридів в жировій тканині і скелетних м’язах.

У тренованих фізичними навантаженнями людей чітко виявлена велика здатність ферментів до мобілізації жиру з тканин для використання його в якості енергетичного обміну в скелетних м’язах дозволяє окислювати великі кількості НЕЖК, що доставляються кровоносною системою до м’язів, а також використьвувати з цією метою внутрішньо м’язових тригліцериди. Під час виконання фізичних навантажень аеробного характеру у кваліфікованих спортсменів більше 55% енергії, що витрачається, покривається за рахунок мобілізації жиру та окислення жирних кислот.

Підвищення в результаті тренувань активності ферментів відбувається під впливом низки факторів. Але головним з них необхідно визначати посилення синтезу ферментів , що приводить до збільшення їх кількості і загальної каталітичної активності.

Під впливом систематичних фізичних навантажень в скелетних м’язах відбувається активація специфічних генів, що знаходить своє підтвердження в підвищення активності ДНК – залезної РНК – полімерази на рівні транскрипції геному , а також в посиленні синтезу м’язових білків в рибосомах.

Виділяють наступні участки регуляції біосинтезу білка : комформаційні перебудови в активній транскрипційній одиниці хроматину (петлі) , ініціація , елонгація і термінація трансляція ; процесинг (дозрівання) попередників рРНК , тРНК , іРНК ;

транспорт тРНК , рРНК , і іРНК в саркоплазмі; ініціація , елонгація і термінація трансляція; стабільність іРНК ,процесинг пептидів і самозбірка білків.

При розгляді регуляції на рівні транскрипції необхідно враховувати той фактор , що декілька генів міоциту (гени активну, міозину , туболіни) являються множинними. Підвищення активності геномутреновоного організму зумовлене : по-перше , посиленням транскрипції активних генів ; по-друге перетворенням потенціально активних генів в гени , на яких активно відбувається транскрипція. Такі модифікації хроматиму можливі при фосфорилюванняфроматинових білків , яке каталізується ядерними фосфопротеїнкіназами.

В основі молекулярного механізму , який регулює синтез ферментів і скротливих білків в скелетних м’язах знаходяться якісні зміни активації головним чином спеціалізованих генів. Зміни активності ферментів здійснюються механізмами внутрішньоклітинної регуляції.

Співвідношення цількостей різних м’язових волокон(І типу і суми ІІА таІІВ : композиція м’язів) та довжина саркомерів як факторів що визначаються генетично в процесі зростання тренованості не змінюються.

Для тренованого організму характерна більш висока ефективність регуляції обміну речовин, яка визначає

достатність техніки більш економними витратами енергії в роботі.

Тренована клітина: має більшу чутливість власних рецепторів до гормонів чим не тренована клітина; набуває здатності резервувати деякі гормони в клітині у вигляді жирних неактивних попередників гормонів: здійснює специфічну функціональну відповідь на вплив гормонів при їх меншій концентрації в крові, чим не тренована клітина. Для тренованого організму характерна більш високе вдосконалення «ніж гормональних» взаємовідносин. Наприклад, спостерігається більш раціональне співвідношення концентрації в крові інсуліну і глюкагону під час фізичних навантажень.

Тренований організм має більш досконалу і нервову регуляцію м’язової роботи, що виявляється зростанні швидкості передачі нервового імпульсу на м’яз.

Дослідами на тваринах доведено, що експериментальне тренування приводить до зростання буферних властивостей тканин головного мозку, до підвищення активності перш за все окисних ферментних систем, що дуже важливо для нормального функціонування ЦНС і відтермінування часу настання втоми.

Стан тренованості, тобто адаптації організму до підвищеної м’язової діяльності можливо розглядати як

свого роду пам’ять, в чому безсумнівна роль нейроолігопептидів (НОП).

Пептиди-аналгетики можуть спричиняти підвищену рухову активність і різку напругу м’язового апарату(кататонію), а також регулювати передачу м’язами збудження, що здійснюється ацетилхоліном.

Речовина Р і меланоцитстимулюючий гормон контролюють рухові реакції, регулюють функціональний стан альфа-мотонейтронів і уставочних нейтронів спинного мозку які мають пряме відношення до рухової діяльності.

Пептиди пам’яті закріплюють ефекти навчання, а саме, поведінкові реакції, які зв’язані з рухами.

НОП(в тому числі і ендорфіни) приймають участь в підвищенні і збереженні роботоспроможності та мають та мають пряме відношення до подолання втоми. ‘’мертва точка’’ і перехід до ‘’другого дихання’’ в практиці фізичної культури і спорту відбуваються миттєво, і такий ефект можуть здійснювати лише НОП.

Під впливом систематичних фізичних навантажень відбуваються функціональні зміни не лише безпосередньо в працюючих м’язах. Вони в рівній мірі стосуються систем зовнішнього дихання і транспорту крові. Аеробна продуктивність організму багато в чому залежить від дифузійної здатності легень, яка визначається: площею функціонуючої поверхні

альвеолярно-капілярних мембран об’ємом крові в легеневих капілярах і загальною кількістю гемоглобіну, здатного зв’язувати кисень. Під впливом фізичних навантажень зростають резервні можливості дихання, що знаходить своє відображення у підвищені життєвої ємкості легень, максимальної вентиляції легень. Більша кількість кисню засвоюється організмом з кожного літра повітря, що вентилюється. Зростає киснево-транспортна функція кровообігу і підвищується киснева ємкість крові. Всі ці зміни біохімічних і фізіологічних показників які відбуваються на клітинному, тканинному і системному рівнях, в кінцевому підсумку проявляються в такому інтегральному показникові, як максимальне споживання кисню(VO2 max).

VO2 max- інтегральний показник аеробної продуктивності, засіб оцінки роботоспроможності як функціонального стану серцево-судинної і дихальної систем, біоенергетичний критерій аеробної потужності. Величина VO2 max формується взаємодією багатьох факторів: парціальним тиском кисню в повітрі під час вдиху, об’ємом легеневої, дихальною поверхнею легень, кисневою ємкістю крові, об’ємною швидкістю кровотоку, інтенсивністю регіоналоного кровообігу в легенях і в працюючих м’язах, артеріально-венозною різницею, активністю окисних ферментів в мітохондріях тканин і інше.

Під впливом систематичних фізичних навантажень спостерігається паралельне зростання VO2 max,

фізичної роботоспроможності і тренованості організму. В аеробному тренуванні VO2 max спортсменів може досягти 5л*хв.\-1 і навіть вище.

Підвищення VO2 max в процесі тренування багато в чому визначається змінами в артеріо-венозній різниці, об’ємному вмісті кисню. Головну причину змін величини VO2 max необхідно розуміти в посиленні процесів утилізації кисню, які відбуваються безпосередньо в працюючих м’язах. Саме зміни метаболізму в м’язах являються тим молекулярним механізмом, який спричиняє перебудову і адаптацію системи транспорту і утилізації кисню в тканинах.

Істотні зміни у вмісті кисню в артеріальній і венозній крові, що протікає через працюючі м’язи, зв’язані із зростанням швидкості екстракції кисню м’язами. Зростанню швидкості екстракції кисню м’язами під впливом тренувань сприяють: збільшення числа капілярів, які оточують кожне м’язове волокно, що скорочується; зростання запасів міоглобіну саркоплазми міоцитів; збільшення кількості і розмірів мітохондрій в скелетних м’язах. Таким чином, причини артеріо-венозних відмінностей у вмісті кисню в тренованому організмі тісно пов’язані з посиленням метаболічних процесів в скелетних м’язах і знаходять своє відображення в поступових морфологічних і функціональних змінах що приводять до адаптації людини до фізичних навантажень.

В стані тренованості спостерігається робоча гіпертрофія печінки, яка проявляється у: зростанні абсолютного і відносного вмісту глікогену, збільшенні активності ряду ферментів вуглеводного, білкового і жирового обмінів.

В підшкіряній клітковині і легенях зростає активність тканинних ліпаз і підвищується чутливість адипоцитівдо адреналіну.

В крові дещо зростає вміст гемоглобіну і кількість ерритроцитів, в результаті чого підвищується її киснева ємкість. Змінюються і буферні властивості крові(зростає її резервна лужність).

Робоча гіпертрофія серцевого м’яза являється однією з умов його підвищеної діяльності. В м’язі серця: збільшується вміст міоглубіну, в два-три рази підвищується рівень окисних процесів, зростає здатність до утилізаціі глюкози, жирних кислот и молочної кислоти(в наслідок зростання активності ЛДГ1) в роботі. Серце людини в добу споживає: НЕЖК і кетонових тіл-18г, глюкози 11-г, молочної кислоти-10г, піровиноградної кислоти-0,6г. під час навантажень в анаеробному режимі(при ЧСС більше 170 уд.*хв\-1)частки головних енергетичних субстратів в біоенергетиці серцевого м’яза наступні: молочна кислота-58%, НЕЖК-22%, глюкоза-17%, піровеноградна кислота-3%.

Рівень тренованості оцінюється за динамікою концентрації лактату крові в стандартних та граничних навантаженнях. Про більш високий рівень тренованості свідчать:

- Менше накопичення лактату(у порівнянні з нетренованими)при виконанні стандартного навантаження, що пов’язане із зростанням частки аеробних механізмів в енергозабезпеченні цієї роботи;
- Більше накопичення молочної кислоти при виконанні граничної роботи, що пов’язане із зростанням ємності гліколітичного механізму енергозабезпечення;
- Зростання ПАНО(потужності роботи, при якій різко зростає рівень лактату в крові) у тренованих осіб у порівнянні з нетренованими;
- Більш тривала робота на рівні ПАНО;
- Менше зростання вмісту лактату в крові при підвищенні потужності роботи, що пояснюється вдосконаленням анаеробних процесів та економічністю енерго-витрат організму;
- Зростання швидкості утилізації лактату в період відновлення після фізичних навантажень.

Із зростанням тренованостів видах спорту на витривалість у спортсменів зростає загальна маса крові та концентрація гемоглобіну в ній. Концентрація гемоглобіну –чоловіків підвищується да 160-180г.л-1, у жінок- до 130-150 г.л-1.

Біохімічна характеристика перетренованості (переадаптації).

Перетренованість- це стан, який розвивається у спортсменів під час невірно побудованого режиму тренувань і відпочинку(хронічне фізичне перенавантаження, одноманітність засобів і методів тренувань, порушення принципу поступового збільшення навантажень, недостатній відпочинок, часті виступи на змаганнях), особливо на фоні осередків хронічної інфекції, соматичних захворювань.

Перетренованість характеризується значущими нервово-психічними зрушеннями, погіршення спортивних результатів, порушенням діяльності серцево-судинної і нервової систем. Всі зрушення в реакціях різко проявлені, відмічаються зміни електро кардіограми, знижується опірність організму до інфекцій. Ця форма втоми потребує втручання лікаря і тренера.

Перетренованість пов’язана з різким вичерпанням фізіологічних ресурсів і порушенням взаємо зв’язку нервових і гормональних механізмів адаптації. Причинами переадаптації можуть бути наступні зміни.

Порушується оптимальний баланс витрат і відновлення енергії, перш за все аеробного компоненту, тобто істотно знижується загальна витривалість

спортсмена як ‘’базес’’ реалізації спеціальної витривалості.

Знижується резерви глікогену, витрачаються чи вичерпуються інші енергетичні субстрати.

Знижується резистентність організму спортсмена до гіпоксії.

Послаблюються імунологічні резерви організму. Виникає дисбаланс нейроендокринної регуляції. Спостерігаються глибокі метаболічні зміни внутрішнього середовища(екстремальні зрушеннярН, сечовини, лактату). Відзначається відносна чи абсолютна аліментарна недостатність і зв’язаний з нею дефіцит енергетичного, пластичного чи субстрактного забезпечення імунної системи. В’яло протікаючаперманентна інтоксикація з осередків хронічної інфекції знижує резервні можливості імунної системи. Для корекції імунологічного статусу спортсменів рекомендують: інозин (рибоксин) як попередники в біосинтезі пуринових нуклеотидів і оротат калію – попередник піримідинів.

В стані перетринованості порушується нервова і гормональна регуляція обміну речовин. Порушуються генетично регульовані процеси біосинтезу. Функціональна серцева недостатність зумовлена тим, що: маса серця зростає швидше чим функціональні можливості структур, які відповідають за його нервову

регуляцію і енергозабезпечення; і зниження можливостей міокарду компенсується зростанням його маси, що й призводить до серцевої недостатності.

Порушується кровозабезпечення внутрішніх органів. Спостерігається атрофія ключових структур, що обмежують(лімітують) міокард. Відхилення в станах ЦНС, печінки і інших органів приводять до прямого зношування функціональних систем та їх головних ланцюгів, до негативної перехресної адаптації.

Біохімічна характеристика деадаптації (розтренованості)

В перехідний період тривалістю довше 4-8 тижнів в організмі спортсменів відбуваються наступні зміни: знижується інтенсивність біосинтезу РНК і білків, активуються спеціалізовані механізми розладу структур, проявляються генетично детермінована нестійкість утворених в процесі адаптації структур до природних механізмів деградації.

Наприклад, в серці: знижується інтенсивність біосинтезу білка і маса шлуночків, послаблюється нервова регуляція і зменшується енергозабезпечення. У тренованого бігуна концентрація молочної кислоти в крові під час навантажень 85-90% від VO2 maxнижча, чим у розтренованого при роботі потужністю 75% від VO2 max.

Чотиритижневий постільний режим у спортсмена після травми приводив до наступних змін в різних органах і системах. Загальний об’єм крові знизився на 700мл. ЧСС спокою зросла до 22%. В м’язовій тканині спостерігали: атрофію швидких і повільних волокон, зниження концентрації міоглубіну і глікогену, зниження активності окисних і гліколітичних ферментів, кількості і величини мітохондрій. Даку деадаптацію спостерігали під час травм. При зниженні інтенсивності тренувальних навантажень чи після повної відмови від фізичних навантажень відбуваються ті ж процеси, але тільки повільніше.

Для покращення біохімічних функцій необхідно 4-8 тижнів. Зниження їх рівня до початкових величин відбувається в такі ж терміни. Але деадаптація не являється дзеркальним відображенням адаптації. Повного повернення функцій до початкового рівня не відбувається. Швидкість деадаптації істотно нижча(приблизно в 1,5-3 рази) у порівнянні з швидкістю формування адаптації.

Особливості деадаптації спортсменів

1. Деадаптація в певній мірі визначається режимом попередньої роботи. Так у випадку форсованого тренування сили м’язів відбувається таке ж швидке її зниження після припинення чи зниження тренувань. Тобто, чим інтенсивнішим і

короткотерміновим було тренування, тим швидкоплинніше його згасання.

2. Деадаптація характеризується нерівномірністю. Адаптація істотно знижується в перші тижні, а потім темпи деадаптації уповільнюються. Більш того, в прихованій формі адаптаційні зміни можуть зберігатися довго, підтверджуючи підвищену готовність до повторної адаптації.
3. Деадаптації властива гетерохронність. Аеробні можливості організму і зв'язана з ними витривалість до тривалої роботи згасають відносно швидко, а техніка залишається. Активність окисних систем знижується швидко, а VO2 max знижується значно повільніше. Метаболічна деадаптація відбувається швидше(4-8 тижнів), чим зміни капілярної сітки(декілька місяців). Спочатку знижуються показники біоенергетичних критеріїв ефективності, потім- ємності, і в останню чергу- потужності роботи.
4. Деадаптація має вибірковий характер. Під впливом тренувань в працюючих м'язах зростає, наприклад, вміст міоглобіну(1,5-2 рази), енергетичних субстрактів(м'язового глікогену і ліпідів на 40-50%). Під час деадаптації саме в цих м'язах відбуваються вибіркові обернені зміни цих показників.
5. Для деадаптації характерна фазність. Для прикладу варто проаналізувати зміни функціонального стану спортсменів після

тривалих тренувань середньогір'ї. Спортивна роботоспроможність має фазний характер: стан підвищеної роботоспроможності чередується з тимчасовим зниженням роботоспроможності.

6. Деадапрацію можливо уповільнити. Достатні менші за величиною і більш рідші тренувальні навантаження даної спрямованості. Так, для підтримки VO2 max достатні 1-2 заняття на тиждень.

Часті чергування процесів адаптації і деадаптації приводять до надмірної експлуатації генетично детермінованих здатностей до формування ефективних пристосувальних змін в організмі.

Тому підтримання структурних основ адаптації шляхом помірних фізичних навантажень являється незрівнянно більш ефективним, чим багаточисельне повторення циклів ''деадаптація - реадаптація'' так як кожний такий цикл має достатньо високу структурну ціну. Справа в тому, що здатність генетичного апарату клітини і апарату біосинтезу білка не безмежні. Їх надмірна експлуатація може призвести до локального зношення органів, які відповідають за адаптацію.

Мета вивчення теми.

Навчитися використовувати знання про методи біохімічного контролю для вирішення практичних задач відбору для занять різними видами спорту, оцінки термінового, відставленого та кумулятивного ефектів тренування, впливу спеціальних засобів та методів, використовуваних в спорті, на організм людини.

Навчально-цільові запитання (план самопідготовки по темі)

Загальна характеристика методів біохімічних досліджень, які використовуються в спортивній практиці.

Вимоги, які пред'являються до проведення біохімічних досліджень в лабораторних та «польових умовах».

Характеристика головних об'єктів біохімічних досліджень у людини: крові, сечі, видихуваного повітря, проб м'язової тканини, поту, слини; нормативні величини вмісту різних хімічних складових частин в цих об'єктах.

Біохімічні показники термінового та відставленого тренувального ефекту. Тлумачення результатів досліджень, використовуваних в діагностиці термінового та відставленого тренувального ефекту.

Біохімічні критерії стану тренованості. Біохімічне обґрунтування вибору тестів, призначених для оцінки тренованості.

Методи виявлення ознак пере тренованості та перенесення тренувальних навантажень.

Цільові завдання

Навчитися вибирати найбільш інформативні біохімічні показники для вирішення конкретних завдань біохімічного контролю в спорті.

Навчитися тлумачити результати найбільш розповсюджених в практиці спорту біохімічних досліджень.

Ключові слова та поняття

Види біохімічного контролю: поточні обстеження, етапні комплексні обстеження, поглиблені комплексні обстеження, обстеження змагальної діяльності. Лабораторні експрес-методи визначення багатьох (біля 60) біохімічних показників плазми крові (портативний прилад *LP-400* швейцарської фірми «Доктор Ланге». Експрес-метод функціонального стану (академік В.Г. Шахбазов): визначення енергетичного стану людини за змінами біоелектричних властивостей ядер епітеліальних клітин. Спеціальні діагностичні експрес-набори для біохімічного аналізу сечі та крові (глюкоза, білок, вітамін С, кетонові тіла, сечовина, гемоглобін, нітрати): «Глюкотест», «Пентафан», «Меді-тест». Тестові фізичні навантаження: стандартні, максимальні.

Об’єкти біохімічних досліджень: видихуване повітря, біологічні рідини (кров, сеча, слина, піт), м’язова тканина. При біохімічних дослідженнях в

практиці спорту визначають наступні біохімічні показники: енергетичні субстрати; ферменти енергетичного обміну; проміжні та кінцеві продукти обміну вуглеводів, ліпідів і білків; показники кислотно-лужного стану крові; регулятори обміну речовин; мінеральні речовини в біохімічних рідинах; вміст загального білка, кількість та співвідношення білкових фракцій в плазмі крові; анаболічні стероїди та інші заборонені речовини в практиці спорт.

Показники **вуглеводного** обміну: глюкоза, молочна кислота. Показники **ліпідного** обміну: вільні жирні кислоти, кетонові тіла, холестерин, продукти перекисного окислення ліпідів (малоновий діальдегід, дієновий кон'югат, глутатіон-пероксидази, глутатіонредуктази, каталази), фосфоліпіди. Показники **білкового** обміну: гемоглобін, міоглобін, актин, альбуміни і глобуліни, сечовина, виявлення білка в сечі, креатинін, креатин. Показники **кислотно-лужного** стану: pH крові, pCO_2, SB, BB, NBB, BE; активна реакція сечі (pH). Біологічного активні речовини. **Ферменти** (альдолаза, каталаза, лактатдегідрогеназа, креатинкіназа, карбоангідраза, амінотрансферази). **Гормони** (адреналін, інсулін, глюкагон, соматотропні, АКТГ, кортизол, тестостерон, естрадіол, тироксин). **Вітаміни. Мінеральні речовини.** Біохімічний контроль розвитку систем енергозабезпечення організму при м'язовій діяльності. Біохімічний контроль за рівнем тренованості, втоми і відновлення

організму спортсменів. Контроль за використанням допінгу в спорті.

Методичні вказівки для вивчення теми

Розглядаючи матеріал цієї теми необхідно враховувати, що біохімічні дослідження в практиці фізичної культури і спорту дають найбільш об'єктивну інформацію про стан організму тоді, коли поєднуються з педагогічними, медичними та фізіологічними методами контролю. Але не виключається й самостійне використання біохімічних методів з метою оцінки стану здоров'я, тренованості, відповідної реакції організму на тренувальні навантаження, протікання відновлювальних процесів, ефективності використання спеціальних засобів та методів під час тренувань та змагань.

В кожному біохімічному досліджені виділяють три етапи: отримання біологічного матеріалу; біологічний аналіз цього матеріалу; співставлення отриманих результатів з нормативними величинами для здорових людей, з результатами інших подібних досліджень.

Вибір методів біохімічних досліджень залежить від конкретних завдань цих досліджень. Для оцінки загальної та спеціальної тренованості велике значення має вибір тестових навантажень у відповідності з спеціалізацією та кваліфікацією спортсмена, так як в стані спокою біохімічні відмінності між тренованим та

нетренованим організмами чітко виявляються лише в хімічному складі м’язової тканини та внутрішніх органів, а в крові, сечі, видихуваному повітрі та інших доступних об’єктах досліджень ці відмінності проявляються лише у відповідних реакціях на тестове навантаження.

В якості об’єктів біохімічних досліджень найбільш часто використовують проби видихувального повітря, крові, сечі, м’язової тканини. Іноді біохімічні дослідження проводяться з пробами поту та слини, але отримувані при цьому результати являються менш інформативними.

Дослідження видихуваного повітря використовується для характеристики енергетичного обміну. Вміст молочної кислоти в крові, pH крові, зміни буферних систем, що реєструється після завершення вправи, характеризують її спрямованість.

Визначення вмісту цукру та продуктів ліпідного обміну (гліцерин, жирні кислоти, кетонові тіла) в крові при виконанні великої за об’ємом роботи характеризує забезпеченість тканин енергетичними субстратами, є показником мобілізаційної здатності організму.

Рівень **тренованості** оцінюється за динамікою концентрації лактату крові в стандартних та граничних навантаженнях.

Про більш високий рівень тренованості свідчать:

Менше накопичення лактату (у порівнянні з нетренованими) при виконанні стандартного навантаження, що пов'язане із зростанням частки аеробних механізмів в енергозабезпеченні цієї роботи;

Більше накопичення молочної кислоти при виконані граничної роботи, що пов'язане із зростанням ємкості гліколітичного механізму енергозабезпечення;

Зростання ПАНО (потужності роботи, при якій різко зростає рівень лактату в крові) у тренованих осіб в порівнянні з нетренованими;

Більш тривала робота на рівні ПАНО;

Менше зростання вмісту лактату в крові при підвищенні потужності роботи, що пояснюється вдосконаленням анаеробних процесів та економічністю енерговитрат організму;

Зростання швидкості утилізації лактату в період відновлення після фізичних навантажень.

Втома в навантаженнях максимальної та субмаксимальної потужності пов'язана із вичерпанням запасів енергетичних субстратів (АТФ, КрФ, глікоген) та накопиченням продуктів їх обміну в крові (молочно кислота, креатин, неорганічний фосфат), тому і контролюється за цими показниками.

Втома в тривалій напруженій роботі виявляється за тривалим підвищенням рівня сечовини в крові по закінченню роботи, зміною компонентів імунної системи крові, за зниженням вмісту гормонів та

продуктів їх обміну (перш за все гормону симпато-адреналової системи адреналіну) в крові та сечі.

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

Показники біохімічної стадії пере тренованості являється зниження в концентрації в крові сечовини після стандартних навантажень субмаксимальної – великої потужностей.

Відновлення оцінюється за швидкістю утилізації під час відпочинку молочної кислоти, підвищенням вмісту жирних кислот та кетонових тіл в крові, нормалізацією концентрації сечовини в крові.

В сечі можливо виявити метаболіти, яких в крові настільки мало, що вони не виявляються найбільш розповсюдженими методами дослідження. Для виявлення таких метаболітів необхідно зібрати добову порцію сечі. Дослідження сечі не дозволяє встановити динаміку зміни концентрації речовини під час роботи та

в період відпочинку після неї, що обмежує можливості використання аналізів сечі в біохімічному контролі за спортивною діяльністю.

Метод **біопсії** заключається в заборі проб м'язової тканини з наступними їх мікроструктур ним та хімічним аналізом.

При дослідженні спортсменів найбільш доцільно досліджувати такі біохімічні показники, які в найбільшій мірі характеризують розвиток так званої «ведучої» функції, яка визначає результат у представників даного виду спорту.

Одиниці вимірювань

В біохімії, як і в інших природних науках, використовується Міжнародна система одиниці (СІ), яка дає наступні визначення

Маса

1 кілограм (кг) = 1000 грам (г) = 10^6 міліграм (мг) = 10^9 мікрограм (мкг) = 2,205 фунтам.

Кількість речовини

1 моль (моль) = 1000 мілімолей (ммоль) = 10^6 мікромолей (кмоль)

Молярна концентрація розчину – 1 моль речовини в 1 літрі розчину (моль*$л^{-1}$).

Міліграм – проценти (мг%) – кількість речовини (мг) в 100 г розчину.

Довжина

1 метр (м) = 100 сантиметрів (см) = 1000 міліметрів (мм) = 39,37 дюймів = 3,28 фунтів = 1,09 ярдів = 10^{+10} ангстрем (A^o).

Енергія (робота, тепло)

1 кілокалорія (ккал) = 1000 калорій (кал) = 4184 джоулів (Дж) 4,184 кілоджоулі (кДж) = 426,85 КПМ.

Об'єм

1 літр (л) = 1000 мілілітрів (мл) = 10^6 мікролітрів (мкл) = 33,8 унції.

1 столова ложка = приблизно 15 мл.

Час

1секунда (с) = 1000мілісекунд (мс) = 10^6 мікросекунд (мкс).

Потужність

1 ват (Вт) = 0,102 кг*м*$с^{-1}$ = 0,86 ккал*год.$^{-1}$

1 кілопонд*м*$с^{-1}$ = 9,80665 Вт.

Концентрація гормонів в крові

Концентрація гормонів в крові в стані відносного спокою

Гормони	Концентрація, мкг на 5 л крові
АКТТ та інші гормони гіпофізу	0,2 (при стресі – 0,8-1,0)
Тироксин (Ти)	300 - 500
Трийодтирозин (T_3)	6 -12
Інсулін	5 (після обіду – 25)
Глюкагон	0,5 (в стані голоду – 2)
Кортизол	500(при стресі – 2000)
Альдостерон	0,5
Катехоламіни (сумарно)	1,5-2,5 (при стресі – в 4-8 раз більше)
Тестостерон: У чоловіків У жінок	 20 – 40 2 – 4
Естрогени: У жінок У чоловіків	 0,25 – 2,50 0,10 – 0,20

Спрямованість змін концентрації гормонів в крові при фізичних навантаженнях

Гормон	Концентрація в крові, нг*$л^{-1}$	Спрямованість змін концентрації при фізичних навантаженнях
Адреналін	0 – 0,07	↑
Інсулін	1 – 1,5	↓
Глюкагон	70 – 80	↑

Соматотропін	1 – 6	↑
АКТГ	10 – 200	↑
Кортизол	50 – 100	↑
Тестостерон	3-12 (чоловіки) 0,1-0,3 (жінки)	↑
Естрадіол	70 – 200	↓
Тироксин	50 -140	↑

Кислотно-лужний стан організму

До показників кислотно-лужного стану, які в нормі відносно постійні, відносяться:

pH крові (7,35 – 7,45);

pCO_2 – парціальний тиск вуглекислого газу (H_2C0_3 + CO_2) в крові (35-45 мм рт.ст.);

SB – стандартний бікарбонат плазми крові HCO_3^-, який при повному насичені крові киснем складає 22 – 26 мекв*л$^{-1}$;

BB – буферні основи цільної крові чи плазми (43 - 53 мекв*л$^{-1}$) – показник буферної ємкості системи крові чи плазми;

NBB – нормальні буферні основи цільної крові при фізіологічних значеннях pH та CO_2 альвеолярного повітря;

BE – надлишок основ, чи лужний резерв (від - 2,4 до + 2,3 мекв*л$^{-1}$) – показник надлишку чи недостатності буферної ємності (BB – NBB = BE).

Зміни кислотно-лужного стану організму

Кислотно-лужний стан	pH сечі	Плазма HCO_3^-, ммоль*л$^{-1}$	Плазма H_2CO_3, ммоль*л$^{-1}$
Норма	6 – 7	25	0,625
Дихальний ацидоз	↓	↑	↑
Дихальний алкалоз	↑	↓	↓
Метаболічний ацидоз	↓	↓	↓
Метаболічний алкалоз	↑	↑	↑

Хімічні компоненти крові та плазми людини.

Головні хімічні компоненти цільної крові та плазми здорової дорослої людини

Компоненти крові	Цільна кров	Плазма
Вода,%	75-85	90-91
Сухий залишок (білок крові),%	15-25	9-10
Гемоглобін, г*л$^{-1}$	120–140 (жінки) 140–160 (чоловіки)	– –

Загальний білок, г*л$^{-1}$	–	65-80
Гелатокрит, мг на 100 мл$^{-1}$	37-47(жінки) 40 – 54 (чоловіки)	–
Глобулін, г*л$^{-1}$	–	20-30
Альбуліни, г*л$^{-1}$	–	40-50
Сечовина, ммоль*л$^{-1}$	3,30-6,60	3,30-6,60
Сечова кислота, ммоль*л$^{-1}$	0,18-0,24	0,24-0,29
Креатин,ммоль*л$^{-1}$	0,23-0,38	0,08-0,11
Кретинін,ммоль *л$^{-1}$	0,06-0,067	0,06-0,067
Глюкоза, ммоль*л$^{-1}$	3,30-5,50	3,60-5,50
Молочна кислота, ммоль*л$^{-1}$	–	1,00-2,50
Піровиноградна кислота, ммоль*л$^{-1}$	–	0,07-0,14
Нейтральні жири, ммоль*л$^{-1}$	1,00-2,60	1,20-2,80
Вільні жирні кислоти, ммоль*л$^{-1}$	–	0,10-0,40
Холестерин загальний, ммоль*л$^{-1}$	3,90-5,20	3,90-6,50
Кетонові тіла, ммоль*л$^{-1}$	–	8-30
Ацетооцтова кислота ммоль*л$^{-1}$	–	0,05-0,19

Ацетон, ммоль*л$^{-1}$	0,20	0,20-0,30
Лимонна кислота, ммоль*л$^{-1}$	–	0,10-0,15
Аскорбінова кислота, ммоль*л$^{-1}$	–	0,05-0,10
Білірубін загальний, ммоль*л$^{-1}$	–	4-26
pH	7,35-7,45	–

Хімічний склад сечі людини

Хімічний склад сечі здорової дорослої людини

Компоненти сечі	Вміст в нормі	
	Г*добу$^{-1}$	Ммоль*добу$^{-1}$
Органічні речовини:	22-46	–
Сечовина	20-35	335-583
Амінокислоти	До 1,1	8,8
Креатинін	1,0-2,0	8,8-17,7
Сечова кислота	0,2-1,2	1,2-7,1
Глюкоза	0	0
Білок		

	0	0

Неорганічні речовини: Хлорид	15-25	–
Фосфор неорганічний Фосфати	3,6-9,0	100-250
Натрій Калій Кальцій (загальний)	0,9-1,3	29-45
Магній Бікарбонати		
Азот аміаку	2,0-6,7	–
	3,0-6,0	130-260
	1,5-3,2	38-82
	0,1-0,25	2,5-6,2
	0,1-0,2	4,2-8,4
	–	0,5 ммоль*л$^{-1}$(при pH 5,6)
	0,5-1,0	36-71
pH	4,6-8,0	–

Аеробні механізми енергоутворення в тренуваннях.

Зміни показників аеробних механізмів енергоутворення в процесі тренування

Показники	Нетриноваий організм	Тренований організм
O_2 – борг загальний:	5-6 л(чоловіки) 3-4л (жінки)	13-15л (чоловіки) 8-10л (жінки)
Алактатний	15-18% від загального	–
Лактатний	82-85% від занального	–
Креатинфосфат в чотириголовому м'язі стегна	25 ммоль*кг$^{-1}$ сирої тканини	В 2-3 рази більше
Креатинфосфокіназа: В спокої	20 ум. од.*мг$^{-1}$	–
При анаеробному навантаженні	200-250 ум. од.*мг$^{-1}$	500 – 600 ум.*од.* *мг$^{-1}$
Лактат крові: В спокої	1-1,5 ммоль*л$^{-1}$	1-1,5 ммоль*л$^{-1}$
Після фізичного навантаження	5-6 ммоль *л$^{-1}$	10-15 ммоль*л$^{-1}$ (до 26 і більше)

pH крові: В спокої Після анаеробного фізичного навантаження	7,35-7,45	7,35-7,45
	7,20	6,90
Глікоген м’язів	130 ммоль*кг$^{-1}$	Більше на 50% і вище

Тренер поставив завдання на протязі трьох тижнів розвивати у спортсменів анаеробну роботоздтність за допомогою швидкісно-силових навантажень. Оцініть результати біохімічного контролю (кров, стан спокою, після тренувального збору).

№ спортсменів метаболіти крові					
Сечовина, мг%	50	43	62	75	48
Лактат, ммоль*л$^{-1}$	3,8	4,9	5,6	4,3	2,8

Зробити висновки, які фізичні якості розвивалися у спортсменів, якщо отримані наступні результати біохімічного контролю спортсменів (кров).

№ спортсменів / метаболіти крові						
Сечовина,мг %	До наван-таження	35	45	55	38	27
	Після навантаження	60	50	54	58	50
Лактат, ммоль*л$^{-1}$	До навантаження	2,5	3,1	3,7	3,8	2,2
	Після навантаження	3,7	3,9	6,2	5,1	4,5
Вільні жирні кислоти, ммоль*л$^{-1}$	До навантаження	1,5	1,2	0,9	0,7	1,2
	Після навантаження	1,9	1,8	1,5	2,0	1,6

Зробіть висновки про період відновлення за результатами біохімічного контролю, отриманими через 24 години після тренування.

№ сп-мена / Метаболіти крові	1	2	3	4	5
Сечовина, мг%	37	42	55	40	62
Лактат, ммоль*л$^{-1}$	2,0	2,8	3,98	4,2	2,5

Оцініть динаміку концентрації гемоглобіну крові спортсменів в кросовій підготовці

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
До кросу	156	148	141	131	166	154	152	143	146	143
Після кросу	151	148	141	138	159	167	152	146	159	146

Сучасні можливості лабораторної діагностики в спорті: огляд

Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій. Характерними рисами сучасного спорту є значне його омолодження і неуклінне зростання

спортивних результатів. Соціальне значення спорту у нашій країні постійно зростає, вдосконалюються форми та методи тренувального процесу. Цілеспрямована багаторічна підготовка та виховання спортсменів високого класу - це складний процес, якість якого визначається рядом факторів. Одним с таких факторів є система комплексного контролю на різних етапах підготовки спортсменів. У контролі за перебігом підготовки спортсмена приймають участь тренери, педагоги, психологи, лікарі, фізіологи, біохіміки, імунологи та інші спеціалісти.

Контроль, як правило, базується не на одному-двох важливих педагогічних критеріях, а на комплексі показників, який дає можливість об'єктивно оцінити індивідуальні можливості підготовки спортсменів.

Сучасні можливості як біохімічної, так і лабораторної діагностики в спорті детально проаналізовані в працях: Н. Н. Яковлев (1974), Н. К. Цепкова (1978), Дж. О. Холлюши (1982), Ф. Д. Гольник, Л. Германсен (1982), А. А. Виру (1984), В. В. Меньшиков, Н. И. Волков (1986), В. В. Иванов (1987), В. Н. Большевый, Г. В. Шутко (1988), Е. А. Ширковец (1988), М. И. Калинский, В. А. Рогозкин (1990), В. Ю. Давыдов, А. А. Букреева, Л. П. Игнатьева, В. И. Савин (1992), М. Хавгривс (1998), Н. И. Волков, Э. Н. Несен, А. А. Осипенко, С. Н. Корсун (2000), Рон Мохан, Максл Глессон, Пауль Гринхафф (2001), В. І. Мелешко (2009, 2010, 2011),

Л. М. Гунина (2012, 2013) та інші.[1-10]

Мета дослідження. Надати головну уяву про зміст та методи лабораторного контролю в спорті, розкрити можливості і перспективи лабораторної діагностики в оцінці функціонального стану організму і безпосередньо працюючих м'язів.

Методи дослідження: аналіз і узагальнення спеціальної науково-методичної літератури, аналіз спеціальних веб-сайтів мережі «Інтернет», документальний метод (аналіз даних лабораторної діагностики спортсменів), вивчення і узагальнення передового досвіду сучасних спортивних діагностичних лабораторій, вивчення та узагальнення досвіду передової спортивної практики (опитування тренерів, провідних спортсменів).

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Сучасне лабораторне обладнання признаних світових виробників європейського рівня:

12. Імунохемілюмінесцентний аналізатор Architect i2000. Виробник: Abbot Laboratories (США).
13. Лабораторна система для проведення біохімічних досліджень Olympus AU 400. Виробник: Beckman Coulter (США).
14. Автоматичний хемілюмінесцентний аналізатор IMMULITE 1000.Виробник: Simens Medical Solutions Diagnostics (США).

15. Автоматичний коагулометр ACL 7000. Виробник: Instrumentation Laboratories (США).
16. Електролітний аналізатор Roche 9180. Виробник: F. Hoffman-La Roche (Швейцарія).
17. Комплект обладнання імуноферментного аналізу. Виробник: Tecan (Швейцарія).
18. Детектуючий ампліфікатор ДТ-96. Виробник: ДНК-Технологія (Росія).
19. Автоматичний аналізатор для гематологічних досліджень Micros 60.
    Виробник: Horiba ABX (Франція).
20. Комплект обладнання імуногематологічних досліджень Dia Med. Виробник: Dia Med (Bio-Rad laboratories - США).
21. Набір реагентів і тест-систем Bio Merieux для мікробіологічних (бактеріологічних) аналізів. Виробник: Bio Megieux (Франція).
22. Визначення швидкості осадження еритроцитів (ШОЕ) по методу Вестергрена.

Робота виконана з метою інформування та популяризації сучасних можливостей лабораторної діагностики в спорті. Вона базується на аналізі та узагальненні практичних науково-дослідних досягнень лабораторії стимуляції роботоспроможності Наукового дослідного інституту Національного університету фізичного виховання і спорту України, інших діагностичних лабораторій та особистих досліджень. А

саме частина матеріалу наведена з дозволу його автора, зав. Лабораторії стимуляції роботоспроможності, кандидата біологічних наук, доцента, Голови фармакологічної Ради при Національному Олімпійському Комітеті України Гуніної Лариси Михайлівни.

Види та зміст лабораторного контролю в спорті.

Глибина біохімічних змін, що виникають в м'язовій тканині, внутрішніх органах і біологічних рідинах організму залежить при фізичному навантаженні від його інтенсивності і тривалості. Чим вища інтенсивність навантаження і її тривалість, тим більш значні метаболічні зрушення в організмі. В стані пере-тренованості пряма залежність між цими показниками часто спотворюється, спостерігається вичерпання регуляторних систем. Досягнувши певного рівня, накопичені метаболічні зрушення стають одним із факторів, що посилюють пере тренованість та призводять до дезадаптації.

Визначення значень метаболічних показників дозволяє вирішувати завдання комплексного обстеження спортсменів:

- здійснювати контроль за функціональним станом організму, висліджувати адаптаційні зміни в головних енергетичних системах і функціональну перебудову організму в процесі тренування;
- здійснює діагностику перед патологічних і патологічних змін метаболізму;

- оцінювати рівень тренованості спортсмена, адекватності використання поза -тренувальних (фармакологічних, фізіотерапевтичних та інших) засобів підвищення роботоспроможності та прискорення відновлювання, що в цілому призведе до підвищення роботоспроможності.

Види лабораторного контролю:

4. Поточні обстеження (ПО) у відповідності з планом підготовки;
5. Етапні комплексні обстеження (ЕКО) 3-4 рази на рік;
6. Обстеження під час змагальної діяльності (ОЗД);

4. Поглиблені медичні обстеження (ПМО) 2 рази на рік.

Правила проведення лабораторних досліджень в спорті для підвищення їх інформативності:

- взяття всіх біологічних матеріалів (кров, сеча та ін.) здійснюють до проведення діагностичних процедур та навантажувальних проб;
- кров для біологічних і гематологічних досліджень відбирають строго натще після споживання 200-250 мл несолодкої негазованої рідини;
- кров на гормони відбирають тільки до 10 години ранку у зв'язку з добовими біоритмами;
- під час здавання крові з вени необхідно виключити фізичні навантаження (навіть підйом по сходам) в день обстеження і напередодні, емоційне збудження;

необхідно посидіти безпосередньо перед аналізом 10-15 хвилин;

- виключити споживання жирного, смаженого, гострого, алкоголю, паління напередодні і в день обстеження.

ЗМІСТ ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЮ

- Під час ПО визначається поточний функціональний стан спортсмена і рівень тренувального ефекту, проводиться корекція спрямованості та об'єму м'язової роботи на протязі тренувального процесу.
- На заключному етапі підготовки до головних стартів сезону лабораторний контроль активно сприяє відбору та комплектуванню команд з найбільш підготовлених спортсменів, дозволяє дозувати навантаження за показниками, отриманими під час обстеження.
- В процесі ЕКО і ПМО за допомогою лабораторних маркерів оцінюють сумарний (кумулятивний) тренувальний ефект.
- Під час ПМО також додатково виявляють передпатологічні і патологічні стани. Дозволяє оцінювати часову, кліматичну і високогірну адаптацію організму спортсмена.

ОБОВ’ЯЗКОВА ЛАБОРАТОРНА ПРОГРАМА ПМО:

1. Загальноклінічний аналіз крові з підрахунком ретулоцитів та їх фракцій.

2. Загальний аналіз сечі.
3. Гомеостаз, мікроциркуляція:
- фібриноген, протромбіновий індекс (ПТІ), протромбіновий час, антитромбін-ІІІ (АТ-ІІІ), активований частково тромбопластичний (коалін-кефаліновий) час (АЧТЧ), розчинні комплекси фібрин-мономеру, Д-димер, фібриноліз.
4.Діагностіка ризику кардіологічної дисфункції і раптової коронарної смерті:
- мозковий натрійдиуретичний пептид (BNP), тропонін-Т.
5. Вуглеводний обмін:
- глюкоза, інсулін.
6. Ліпідний обмін:
- загальний холестерин (ХНзаг), ліпопротеїди низької густини (ЛПНГ), ліпопротеїди високої густини (ЛПВГ), триацилгліцериди, підрахунок коефіцієнта атерогенності (Кет);
Кет = Хнзаг – ХН · ЛПВГ/ ХН · ЛПВГ.
7.Білковий обмін:
- загальний білок, альбумін, глобулін, білкові фракції, молекули середньої молекулярної маси (МСМ), сечовина, сечова кислота, креатинін, креатин - фосфокіназа (КФК), в тому числі МВ-фракція (серцева), міоглобін.
8.Функції печінки, жовчовивідних шляхів і підшлункової залози:
- білірубін, аспартатамінотрансфераза (АсТ) і аланінамінотрансфераза (АлТ) з підрахунком

коефіцієнта де Рітіса = АсТ : АлТ, лужна фосфотаза (ЛФ), гама-глутамілтрансфераза (γ-ГТ), α-амілаза, лактатдегідрогеназа (ЛДГ).

9. Еритропоез:

- залізо сироватки, ферітин, еритропоетин.

10.Мінеральний обмін та мікроелементи:

- паратиреоїдний гормон, кальцітонін, остеокальцін, магній, кальцій іонізований, фосфор, калій, натрій, хром, цинк, селен, мідь.

11.Гормональний профіль:

- тиреотропний гормон (ТТГ), тритодтиронін (Т3) і тетрайодтиронін-тироксин (Т4), загальний тестостерон, стероїдзв’язуючий глобулін (глобулін, що зв'язує статеві гормони - ГЗСГ), естрадіол і пролактин (для жінок), кортизол, соматотропний гормон (СТГ), інсуліноподібний фактор росту (соматомедін-С), катехоламіни (адреналін-Ад, норадреналін-НА, дофамін-ДА).

12.Імунологічний профіль:

- гуморальні фактори: імуноглобуліниА, G, M, цитоімунокініни (ЦІК);
- клітинні фактори: Т-лімфоцити, В-лімфоцити, натуральні кіллери (NK), Т-хелпери, Т-супресори з підрахунком індексу Тхелпер / Т супресор.

13.Інфекційні захворювання:

- гепатити В і С, вірус імунодефіциту людини (ВІЛ).

ДОДАТКОВА ЛАБОРАТОРНА ПРОГРАМА ПМО:

1. Діагностика ризику кардіологічної дисфункції і миттєвої коронарної смерті:
гомоцистеїн, передсердний натрійуретичний пептид (ANP), міоглобін, інтерлейкін-6, ЛДГ (серцева фракція).
2. Панель остеопорозу:
маркер резорбції кісткової тканини (Cross-Laps), маркер формування кісткової тканини (PINP), дезоксипіридинолін (DPD), кістково-лужна фосфатаза, остеокальцін, вітамін D3, паратгормон.
3. Розширена оцінка тиреоїдної функції:
Т3 (загальний і вільний), тиреоглобулін, антитіла до тиреоглобуліну, антитіла до пероксидази тиреоцитів.
4. Функціональний стан гіпофізарно-гонадної системи:
вільний тестостерон, андростендіон, лютеотропний гормон, фолікулостимулюючий гормон, адренокортикотропний гормон, кортизол в сечі (вільний):
5. Показники обміну заліза та активного гемопоезу:
вітамін B_{12}, фолієва кислота, трансферин, розчинний рецептор до трансферину, залізозв'язуюча здатність крові.
6. Про- і анти запальні цитокініни:
інтерлейкін-1 (IL-1), IL-1β, IL-6, I, IL-18, фактор некрозу пухлини (TNF-α).
IL-4, IL-10, IL-13, розчинні рецептори до TNF.
7. Показники активності метаболічних процесів:

- Комплексний аналіз крові на жиро-і водорозчинні вітаміни (A, D, E, K, C, групи B), рівень гомоцистину як маркера вмісту вітамінів групи B.
- Ненасичені жирні кислоти родини омега-3 (ейкозапентаєнова – EPA - тимнодонова,20; докозагексаєнова – DHA – клупанодонова, 22).
- Органічні кислоти (яблучна, лимонна, щавлева, янтарна, мурашина та ін.)
- Насичені жирні кислоти (пальмітинова, стеаринова, олеїнова та ін.).
- Амінокислоти (всього 19, в т.ч. незамінні).
- Параметри перекисного окислення ліпідів(ПОЛ):, супероксиддисмутаза (СОД), малоновий диальдегід (МДА), вуглеводи глікозильовані (ВГл) в крові і еритроцитах, каталаза.

8. Розширений аналіз функції підшлункової залози:
ліпаза, антитіла до інсуліну, С-пептид (відображає ендогенну секрецію інсуліну), глікозильований інсулін, фруктозамін, онкологічний маркер вуглеводний антиген (CA 19-9).

9. За показаннями:
аналізи на наявність хелікобактеріальної інфекції, серологічна діагностика (Chlamydia, Ureaplasma, Mycoplasma), імуноферментні (TORCH-інфекції) реакції і з ДНК-діагностики полімеризні ланцюгові реакції (ПЛР-реакції) для уточнення наявності урогенітальних інфекцій.

Використання можливостей спортивно-генетичного тестування:

- В 2008 році були виявлені 29 генів, які асоціюються зі спортивною діяльністю, в 2011 році їх кількість досягла 72. Допоможуть у виборі оптимального виду спорту та спеціалізації, коли існує можливість досягнення високих результатів без шкоди для здоров'я (медико-генетичний відбір): гени активації синтезу NO-синтази (eNOS), ген ангиотензин-конвертуючого ензиму (ACE), ген α-актиніну-3 (ACTN3), ген аденозиндезамінази (AMPD1), ген α-рецептора, що активується проліфераторомі пероксисом (PPARA), ген 1-α-коактиватора γ-рецепторів, що активуються проліфераторами пероксисом (PPARGC1A), ген фактору росту ендотелію судин (VEGF).
- На етапі вдосконалення спортивної майстерності та досягнень вищих спортивних результатів: допомога в підвищенні зростання спортивних показників і профілактики різних захворювань. Пропонується тактичний супровід тренувального та змагального процесів, встановлюються різні фізичні якості, над удосконаленням яких необхідно працювати в першу чергу.
- За допомогою генетичного тестування існує можливість визначення здатності до нарощування м'язової маси (гіпертрофічний потенціал скелетних м'язів) через визначення генів інгібітора міостатіну GDF - 8, генів трансмембранних рецепторів активінів - ActRIIAi ActRIIB. Якщо виявляється, що здатність до

розвитку робочої гіпертрофії м'язів низька, то пропонується специфічний режим тренувань і фармакологічна корекція метаболізму атлета (фармакогенетика).

Гени на 50% відповідальні за ефективність фізичної роботоспроможності більшості індивідуумів.

Лабораторний контроль при ЕКО

- це поточний аналіз змін гомеостатичних показників, що дає можливість оцінити стан здоров'я, довгострокову адаптацію, а також (при тестуванні з навантаженням) - резервні можливості організму.

Якою повинна бути лабораторна програма під час ЕКО?

Звичайна програма:

- Загальний аналіз сечі;
- Загальний аналіз крові.

Необхідна програма:

- Загальний аналіз сечі;
- Загальний аналіз крові;
- Гемостаз, оцінка мікроциркуляції;
- Гормональний статус;
- Біохімічний аналіз крові;
- Про-антиоксидантний статус;
- Скринінг анемій.

Загальний аналіз сечі і крові включає:	Біохімічний аналіз крові включає:

Лейкоцити ($10^9 \cdot л^{-1}$)	Загальний білок ($г \cdot л^{-1}$)
Еритроцити ($10^{12} \cdot л^{-1}$)	Білірубін загальний/прямий ($мкмоль \cdot л^{-1}$)
Гемоглобін($г \cdot л^{-1}$)	Сечовина ($ммоль \cdot л^{-1}$)
Гематокрит %	Креатинін ($мкмоль \cdot л^{-1}$)
Середній об'єм еритроциту (фемталітр), 10^{-15}	Глюкоза ($ммоль \cdot л^{-1}$)
Абсолютний вміст гемоглобіну в єритроциті (пікограм), 10^{-12}	Калій ($ммоль \cdot л^{-1}$)
Середня концентрація, гемоглобіну в еритроциті. ($г \cdot дл^{-1}$)	Натрій ($ммоль \cdot л^{-1}$)
Анізоцитоз, %	Кальцій іонізований ($ммоль \cdot л^{-1}$)
Тромбоцити ($10^{-9} \cdot л^{-1}$)	α-Амілаза (U/ l)
	АлАТ і АсАТ (U/ l)
	γ-Глутамілтрансфераза (U/ l)

Необхідні лабораторні дослідження при поточному обстеженні

Перелік необхідних лабораторних досліджень при ПО (не менше 2-3 разів протягом НТЗ або змагального періоду)

- Загальноклінічний аналіз крові з підрахунком ретикулоцитів та їх фракцій, формула крові, швидкість осадження еритроцитів (ШОЕ).
- Загальний аналіз сечі.

Біохімічний аналіз крові:

- кислотно-лужний стан (КЛС), загальний білок, глюкоза, лактат, білірубін, креатинін, сечовина, сечова кислота, альбумін, глобулін, білкові фракції, МСМ, кальцій іонізований, фосфор, калій, натрій, магній, АсТ і АлТ, α-амілаза, ЛФ, γ-ГТ, BNP , ЛДГ, КФК, міоглобін.

Гормональний статус:

тестостерон, інсулін, кортизол.

Про- антиоксидантний баланс:

СОД, а також МДА і ВГл (в крові та еритроцитах).

Перелік лабораторних досліджень під час тестуючих фізичних навантаженнях при ПО

До біохімічного аналізу крові додаються: лактат, ХС, тригліцериди (ТГ), ферітин, трансферин, залізо.

До гормональних досліджень додаються: катехоламіни, еритропоетин.

Біохімічний аналіз сечі:

креатинін, 3-метилгістидин (міра деградації м'язових білків актину і міозину).

Оцінка втоми і відновлення під час ПО

Достатні біохімічні маркери:

- сечовина, НЕЖК (неетерифіковані жирні кислоти), лактат, загальний білок, альбумін, глобулін, білкові фракції, КФК, ЛДГ, АсТ,

міоглобін, магній, калій, кальцій іонізований, хром.

- До головного переліку досліджень додається оцінка гемостазу і мікроциркуляції:
- Фібриноген, АЧТЧ, ПТІ, тромбіновий час, АТ-ІІІ, , розчинні комплекси фібрин-мономеру, Д-димер, фібриноліз.

Формування висновку за результатами лабораторних досліджень

При ПМО:

- Оцінка стану здоров'я.
- Вказування на наявність лабораторних ознак патології.
- Оцінка функціонального стану спортсмена.
- Фармакологічні рекомендації по корекції функціонального стану.

При ЕКО:

- Оцінка перенесення навантажень.
- Оцінка довгострокової адаптації.
- Оцінка резервних можливостей.
- Корекція (тренувальна та позатренувальна, в т. ч. фармакологічна).

При ПО:

- Оцінка рівня термінової адаптації до тренувальних навантажень і перенесення навантажень.
- Оцінка перенапруги.

- Оцінка пошкодження і травмування м'язової тканини.
- Оперативна корекція (тренувальна та позатренувальна).

1. ВИСНОВКИ

2. Використання можливостей лабораторної діагностики повинно бути обов'язковим при організації та проведенні комплексних контрольних досліджень в спорті та при заняттях масовою фізичною культурою оздоровчої спрямованості.
3. Лабораторні дослідження в практиці фізичної культури і спорту дають найбільш об'єктивну інформацію про стан організму лише тоді, коли поєднуються с педагогічними, медичними, фізіологічними методами контролю, але не виключається і самостійне використання лабораторних методів з метою оцінки стану здоров'я, тренованості, відповідної реакції організму на тренувальні навантаження, протікання відновлювальних процесів, ефективності використаних засобів і методів на тренуваннях і змаганнях.
4. Обов'язкова лабораторна програма поглиблених медичних обстежень (ПМО) повинна включати: загальноклінічний аналіз крові з підрахунком ретикулоцитів та їх фракцій, загальний аналіз сечі, гемостаз і мікроциркуляція, діагностика ризику кардіологічної дисфункції і миттєвої коронарної

смерті, вуглеводний обмін, ліпідний обмін, білковий обмін, функції печінки/жовчовивідних шляхів і підшлункової залози, еритропоез, мінеральний обмін і мікроелементи, гормональний профіль, імунологічний профіль, інфекційні захворювання.

5. Додаткова лабораторна програма поглиблених медичних обстежень (ПМО) повинна включати: панель остеопорозу, розширення оцінки тереоїдної функції, функціональний стан гіпофізарно-гонадної системи, показники обміну заліза і активності гемопоезу, про-антизапалювальні цитокініни, показники активності метаболічних процесів, розширений аналіз функції підшлункової залози, бактеріологічні обстеження.

6. Лабораторна програма під час етапних комплексних обстежень (ЕКО) повинна включати: загальний аналіз сечі та крові, гемостаз і оцінка мікроциркуляції, гормональний статус, біохімічний аналіз крові, про-антиоксидантний статус, скринінг анемій.

Маркери пошкодження м'язової тканини.

-Рівень саркоплазматичних ферментів: КФК, ЛДГ.

-Міоглобін, троконін–Т, натрій уретичний гормон (ВЛР) .

-Визначення вмісту продуктів перекисного окислення ліпідів: малонового диальдегіду,диенових кон'ючатів.

-Активність ферментів системи інактивації активних форм кисню: глутотіонпероксидази,глутатіонредуктази, каталази, супероксиддикмутази.

-Рівень активних форм кисню: ЗМГ-тест (загальна міграція гранулоцитів).
-Біохімічний аналіз сечі: виявлення креатину і 3-метил-гістедину.

Оцінка пошкодження м'язової тканини

Скелетні м'язи забезпечують будь-яку рухову активність організму.Виконання цієї функції спричиняє значні біохімічні і морфологічні зміни в тканинах скелетних м'язів. І чим інтенсивніша рухова активність тим більші зміни виявляються. Систематичні навантаження сприяють закріпленню низки виникаючих біохімічних змін, що визначають розвиток стану тренованості скелетних м'язів, який забезпечує виконання більш високих фізичних навантажень. Разом з тим і треновані м'язи пошкоджуються під час виконання фізичних навантажень, хоча поріг пошкодження у них вищій у порівнянні з нетренованимим'язами.

Початкова ініціююча фаза пошкодження– механічно, за якою настає вторинне метаболічне чи біохімічне пошкодження. Воно досягає максимуму на 1-3 дні після пошкоджую чого скорочення, що добре співпадає з динамікою розвитку дегенеративного процесу. Пошкодження будовим'язів під час тривалих чи напружених фізичних навантажень супроводжується появою стомлення. У випадку пролонгованих фізичних навантажень в якості факторів пошкодження м'язів відмічаються гіпоксичні умови, рененефузія, утворення вільних радикалів і підвищення лізосомальної активності.Об'єктивним біохімічним показником пошкодження м'язів вважається поява в крові як тканинноспецефічних м'язових білків (міоглобін, креатин фосфокіназа, лактатдегідрогеназа, аскартатамінотрансфераза), так і скоротливих і модуляторних (міозин, трономіозин, тронопік Т) білків м'язової тканини. Виявлення в крові цих білків скелетних м'язів являється доказом пошкодження м'язової тканини під час фізичних навантажень.

Механізм пошкодження скелетних м’язів при фізичних навантаженнях включає ряд процесів.

1.Порушення гомеостазу Ca2+,що супроводжується підвищенням внутрішньоклітинної концентрації Ca2+ і призводить до активізації калпахнів (нелізосольнихцистеїновихпротеаз), які відіграють важливу роль в запусканні процесів розщеплення білків скелетних м’язів, запалювальних змінах і процесах регенерації.

2.Посилення окисних процесів, в тому числі і процесів перекісного окислення ліпідів, що приводить до підвищення проникливості мембран міоцитів.

3.Асептично запалювальна реакція, яка протікає за участю лейкоцитів і з активацією циклиоксигенази–2.

4.Фізичний розрив сарколеми.

У вигляді одного із важливих факторів, що існує каскад біохімічних реакцій, і визначає пошкодження м’язів, розглядають механічний стрес. Значення даного фактору в пошкодженні скелетних м’язів підкреслює унікальність цієї тканини, структура якої призначена для використання скоротливої функції. М’язи здорової людини не зазначають ішемії, т. я. притік крові в них достатній. Разом з тим високо інтенсивні фізичні навантаження спричиняють сильну метаболічну гінаксію м’язів, наслідком якої після припинення фізичного навантаження подібно з ренерерузією при ішемії. В розвитку пошкодженню важливою виявляється не стільки ішемія, скільки послідуюча репрефузія. Тому головними маркерами пошкодження являються високі рівні активних форм кисню як ініціаторів перекісного окислення ліпідів і запалювальних лейкоцитів-нейтрофілів.

В основі реалізації цього механізму знаходиться як локальне посилення вільно-радикальних процесів, так і накопичення закалювальних лейкоцитів. Поряд з активацією процесів перекісного окислення ліпідів виявляється зниження активності

супероксиддисмутазиодного із ключових ферментів антиоксидантна захисту.

Виявлена наявність достовірних кореляційних зав'язків між активністю в крові ферментів скелетних м'язів (креатинфосфокіназа, лактатдегідрогеназа) і концентрацією мало нового альдегіду у спортсменів. Процеси перекісного окислення ліпідів являються важливим фактором модифікації клітинних мембран. Вони спричиняють зміни їх фізико-хімічних властивостей, проникливості, що визначає вихід в циркуляцію м'язових білків.

Вже в процесі навантажень, що відбуваються в умовах гіпоксії в м'язахрозвивається комплекс «пошкоджуючих» метаболічних реакцій: зростає концентрація внутрішньоклітинного Са+2, що проводить до активації Са+2 – залежних протеїназ-калпаїнів. В наслідок порушення енергетичного обміну вичерпуються запаси макроергів в м'язових волокнах. Розвивається ацидоз у зв'язку з продукцією великої кількості молочної кислоти. По завершенню навантаження в м'язах вмикаються реакції пошкодження наступного ешелону, шо зв'язаний з активацією окисних процесів і лейколитною інфільтрацією. Най більш інформативними маркерами м'язового пошкодження являються рівень активності креатинфосфокінази і концентрація міоглобіну в плазмі (сироватці крові).

Пошкодження, що виникають в скелетних м'язах під час виконання фізичних навантажень високої інтенсивності і тривалості, можуть бути зменшені за допомогою адекватної фармакологічної підтримки, а також відповідної фізіотерапевтичної підготовки м'язів до фізичної роботи. Прискорення відновлення м'язових пошкоджень також можливо досягти, використовуючи фармакологічну підтримку поряд з відомими фізіотерапевтичними міроприємствами. Враховуючи відомості про механізми пошкодження міоцитів при виконанні

високо інтенсивних фізичних навантажень та з метою завчасної фармакологічної підтримки скелетних м'язів доцільно використовувати різні антиоксидантні комплекси можливо певні нестероїдні проти запалювальні препарати. Важлива визначити тактику використання цих препаратів, ґрунтуючись на розумінні тих процесів що відбуваються в скелетних м'язах під час фізичних навантажень і в період реституції найбільш доцільно підтримку з використанням антиоксидантів розпочинати хоча б за декілька днів до змагань і не припиняти її в процесі змагальної діяльності. Проти запалювальні препарати необхідно використовувати, певно, перед навантаженнями і, можливо, відразу після них. Використання не стероїдних проти запалювальних субстанцій може допомогти загальмувати запалювальний процес, а саме той його етап, який зв'язаний з формуванням локального структурно-метаболічного фону, що визначає притік лейкоцитів.

Доказано, що антиоксидантні особливості біологічно активних препаратів сприяють підвищенню фізичної роботоспроможності. Серед них вивчені: вітамінні препарати А, С, Е, В15, бета-каротин; поліфенольні рослинні адаптогени; іанол; цинктерал; селен; ензими (вобензим, флогензим, вобе-мугос); оліфен; кофермент Сі15-убіхінон; мед, пилок; церебрумкомнозитум; церулоплазмін; біофлавоноїди; мікрогідрин, тощо.

[В. Н. Платов, 2003]

Нестероїдні проти запалювальні засоби (міжнародні непатентовані назви): ацетилсаліцилова кислота, диклофенак, диметилсульфоксид, ібупрофен, мелоксінам, кетопрофен, німесулід, холіну соліцилат, целекоксіб, тощо.

[В. А. Георгияну, 2013]

Видихуване повітря- один з основних об’єктів дослідження процесів енергетичного обміну в організмі спортсменів, використання окремих енергетичних джерел в енергозабезпеченні м’язової діяльності. Збір видихуваного повітря здійснюється за допомогою маски з клапаном, що дозволяє спрямовувати видихуване повітря в спеціальний дихальний мішок. За допомогою приладів газо-аналізаторів в видихуваному повітрі визначається вміст кисню і вуглекислого газу. Порівнюючи вміст цих газів в видихуваному і видихуваному(тобто атмосферному) повітрі можна розрахувати наступні показники: максимальне споживання (VO2, max); кисневий приход (кількість кисню що використовується під час роботи зверх рівня спокою); кисневий борг (алактатний, лактатний); дихальний коефіцієнт.

Для визначення VO2, max і кисневого приходу видихуване повітря збирається під час виконання роботи, а для розрахунку кисневого боргу після завершення роботи. Співвідношення кількостей споживаного кисню і видихуваного вуглекислого газу в певній мірі відображає інтенсивність процесів енерго обміну, частку в них анаеробних и аеробних механізмів в ре синтезу АТФ.

Піт в певних випадках представляє інтерес як об’єкт біохімічного дослідження. Для збору поту використовують бавовняну білизну, в якій досліджуваний виконує фізичні навантаження або ж досліджуваного після завершення роботи витирають бавовняним рушником. Потім білизну чи рушник замочують в дистильованій воді, де розчиняються компоненти поту. Отриманий після випарювання в вакуумі концентрований розчин підлягає хімічному аналізу. Дослідження поту дозволяють оцінити стан мінерального обміну, так як з потом в першу чергу виділяються з організму мінеральні речовини.

Біохімічна характеристика розтренованості и перенавантаження у спортсменів.

Еритроцитив нормі містяться у здорових чоловіків в крові в кількості 4,0-5,0×10\12.. Гемопоез представляє собою складний процес, що здійснюється в органах кровотворення. Еритроцити володіють антигенними властивостями, приймають участь в гомеостазі, але головна їх функція- забезпечення тканин киснем і участь в транспорті вуглекислоти. Зниження числа еритроцитів в крові є одним з головних показників анемії. Кольоровий показник крові 0,85-1,15.

Гемоглобін крові в нормі складає: у жінок 117-158,

г. , у чоловіків- від 135 до 180 г. . Гемоглобін- дихальний пігмент крові головною функцією його в організмі є транспортування кисню і вуглекислого газу. Приєднуючи до себе в легенях молекули кисню, гемоглобін перетворюється в оксигемоглобін, у вигляді якого транспортує кисень до органів чи тканин. У зв’язку з тим, що виникнення перетренування і перетоми відбувається за однією із причин із-за гіпоксії (зниження парціального тиску кисню), можливо передбачити, що аналіз крові на вміст

гемоглобіну- один із суб’єктивних критеріїв наявності того чи іншого ступеня стомленості.

Гематокрит (гематокрична величина) дає уяву про спів відношення між об’ємами формених елементів крові (головним чином, еритроцитів) і плазми крові. гематокритною величиною прийнято виражати об’єм еритроцитів в цільній крові. У здорових людей гематокрит крові рівний: у чоловіків 40,7-50,3%(0,407-0,503), у жінок 36,1-44,3%(0,361-0,443). Гематокритну величину використовують для визначення розрахункових показників, що відображають різні характеристики еритроцитів: середній еритроцитарнийоб’єм(80-97,6мкл), концентрацію гемоглобіну в 1 еритроциті(32,7-35,5г%), вміст гемоглобіну в одному еритроциті(26,7-33,3 пг).

Зниження гематокриту, незважаючи на відносне зниження кількості носія кисню, приводить до покращення забезпечення організму киснем. Ізоволемічне зниження гематокриту благо приємна для людини.

Підвищення гематокриту істотно підвищує в'язкість крові. У зв'язку з цим зменшується серцевий викид і кількість кисню, що транспортується до тканин.

Відомо що хронічна анеміяздійснює негативний вплив на робото спроможність спортсмена. Час відновлення після виконання стандартного навантаження на вело ергометрі при анемії значно подовжується.

Гематологічні показники при спортивних анеміях

Показники / Норма, анемія	Вміст гемоглобіну г.	кількість еритроцитів, $*10^{12}$.	середній вміст гемоглобіну в еритроцити, пГ	Залізо сироватки, МК Моль.
Чоловіки	130-160	4,0-5,0	27-36	14-26
Жінки	120-140	3,9-4,4	27-32	11-26
Зализодефіцитна анемія	90-100	3,6-3,8	25-27	7,0-9,5

Мікро=10^{-6}; нано=10^{-9}; піко=10^{-12}.

Креатинміститься в крові в кількості 2,6-3,3 мг. (0,26-0,33мг%, 20-25мк.моль *)до тренування і підвищується до 6,4 мг*(0,64мг%, 50мк.моль*) після тренування. Норма вмісту креатину крові: у

чоловіків 15,25-45,75 мк. моль*, у жінок 45,75-76,75 мк. моль* .
Із зростанням тренованості вміст креатину в крові після навантаження зменшується. Адапрований до фізичних навантажень організм спортсмена реагує на них меншим підвищенням рівня креатину в крові, чим слабо тренований. Тривале збереження підвищеного рівня креатину в крові свідчить про не повне відновлення (не плутати з рівнем креатину в крові під час прийому препарату креатину-моногідрату, а краще креатину гідро-хлориду). Креатин це речовина що синтезується організмом людини природним шляхом і використовується для забезпечення енергією м'язових тканин. Його хімічна назва- метилгуанідиноутова кислота. Креатин синтезується із амінокислот аргінін, метіонін і гліцин в печені, а також в нирках і підшлунковій залозі.

Сечовина в крові до тренування міститься в кількості 19-22 мг%. Після тренування її вміст підвищується до 40 і більше мг%. В нормі вміст сечовини в сироватці крові складає 2,5-8,32 ммоль (1 ммоль*=6,25 мг%). Під час виконання фізичного навантаження на протязі декількох годин зростає вміст сечовини в крові і знижується вміст амінокислот. Після дуже великих тренувальних навантажень нормалізація вмісту сечовини не наступає. Відбувається посилене розщеплення білків, так як забезпечення енергії за рахунок розщеплення вуглеводів і жирів виявляється недостатнім. При збільшенні вмісту сечовини в крові необхідно уважно слідкувати за спортсменами, так як вони в цей час най більше схильні до травмування. Вміст сечовини в крові необхідно розглядати як симптом дуже сильного стомлення і недостатнього відновлення.

Молочна кислота в нормі міститься: в цільній крові в кількості 0,3-1,3 ммоль, в плазмі крові 0,5-2,2 ммоль на . після тренування її вміст зростає більш чим 18 ммоль . Молочна кислота- кінцевий продукт гліколізу. Рівень її в крові дозволяє оцінювати співвідношення в працюючих м'язах процесів аеробного окислення і анаеробного гліколізу(посилення останнього і призводить до підвищення вмісту молочної кислоти в крові). При інтенсивній фізичній роботі вміст молочної кислоти в крові значно зростає. Він неблагоприємнодіє на процеси швидкого скорочення м'язів. Зменшення внутрішньоклітинного РН знижує ферментативну активність і тим самим гальмує фізико-хімічні механізми м'язового скорочення, тобто негативно впливає на спортивні результати.

Імуноглобуліни різних класів(A,D,E,C1,M) визначаються для функціональної оцінки В-системи лімфоцитів(гуморального імунітету). Імуноглобуліни різних класів містяться в сироватці периферійної крові в кількості.

Під впливом граничних фізичних навантажень відмічається зникнення певних класів імуноглобулінів, зниження імунітету. Використання ультрафіолетового опромінювання, масажу, гідро-процедур призводить до нормалізації показників імуноглобулінів і імунітету.

Ацетилхолін у здорових осіб міститься в крові в кількості 88,6 +- 5,5 МК г. м . Він впливає на тонус гладенької мускулатури бронхів, внутрішніх органів, судин легень. Під час великих фізичних навантажень вміст ацетилхоліну підвищується. Це пов'язане, по-перше, з порушенням медіаторного балансу, що, в свою чергу, приводить до гіпоксемії і гіпоксії тканин. Ці порушення спричиняють метаболічні зрушення, характер і спрямованість яких прямо залежать від тривалості і інтенсивності фізичних навантажень.

У спортсменів під час хронічної перевтоми відмічається підвищення рівня ацетилхоліну в крові в стані спокою, що може свідчити про функціональні порушення вегетативної нервової системи. Збільшенням вмісту ацетилхоліну в крові ускладнює доставку кисню тканинам, здійснюючи вплив в першу чергу на трансмембранні процеси клітин шляхом зміни ЦГМФ, концентрації глюкози, активності піруваткінази, що сприяє зрушенню РН(метаболічний ацироз) і зміні кривої дисоціації кисню.

Дослідження слини проводяться для характеристики функціонального стану організму під час м'язової діяльності.

Визначаються титр лізоциму в слині, РН, амілазу, молочну кислоту. У спортсменів в стані високої спортивної форми(готовності) титр лізоциму вищий, чим під час незадовільної спортивної форми. Істотні фізичні навантаження приводять до зниження титру лізоциму, зрушення РН слини в кислий бік, до підвищення активності амілази, зростання вмісту молочної кислоти.

В основі перевтоми знаходиться загальна риса всіх нервових клітин – залежність від дефіциту енергії. Енергетична складова є лімітуючим фактором не лише в роботі нервових клітин, але і будь-якого органу взагалі. Усунемо дефіцит енергії- і автоматично усувається перевтома, що винекла.

В першу чергу необхідно зменшити потреби нервових центрів в енергетичних субстратах- речовинах, що окислюються з виходом енергії. Необхідно використовувати фармакологічні препарати, які здатні спричинити в ЦНС стан охоронного гальмування. Це надає необхідний відпочинок нервовим клітинам, ліквідуючи протиріччя між потребами в енергії і можливостями ці потреби задовольняти. Необхідно використовувати транквілізатори.

БІОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ТРЕНОВАНОГО ОРГАНИЗМУ

З позиції біохімії можливо виділити як мінімум чотири фактори, зміни яких істотно впливають на обмін речовин тренованого фізичними вправами організму.

1. Підвищення запасів доступних для використання енергетичних ресурсів в скелетних м’язах та інших органах і тканинах.
2. Розширення потенційних можливостей ферментного апарату.
3. Вдосконалення механізмів регуляції обміну речовин за участю нервової і ендокринної систем, внутрішньоклітинної системи автономного регулювання і аденілатциклазної системи.
4. Процес розвитку гіпертрофії працюючих органів(скелетні м’язи, міокарду), що особливо істотно під час фізичних навантажень силової спрямованості.

Під впливом систематичних тренувальних впливів біохімічні зміни в м’язовій системі сумуються та закріплюються. Це знаходить своє відображення перш за все в морфологічних змінах м’язових волокон.

Зростає товщина м’язових волокон, відбувається їх робоча гіпертрофія. Посилюється синтез структурних білків, збільшується кількість міофібрил, які нерідко групуються пучками(поля Конгейма). Всі ці зміни приводять до зростання сили м’язів та їх міцності.

Може змінюватися форма ядер(навіть зростати їх кількість) та структура рухових нервових закінчень у вигляді зростання числа контактів між нервовим закінченням(аксоном) і сарколемою.

Значно зростають числа та розміри мітохондрій скелетних м’язів. Самі мітохондрії зазнають значних морфологічних і функціональних змін. Зростає кількість крист і скорочується відстань між ними, підвищується активність мітохондріальних ферментних систем. Підвищується інтенсивність транспорту електронів по дихальному ланцюгу та його спряження з окисним фосфорилюванням, що розширює енергетичні можливості скелетних м’язів.

Із біохімічних змін, які відбуваються в м’язах під впливом тренувань необхідно відмітити наступні.

Спостерігається пов’язане з гіпертрофією зростання вмісту скоротливих білків, і перш за все міозину. Зростає вміст в м’язах міоглобіну що приводить да збільшення резерву кисню, який може бути використаний в аеробній роботі. В м’язах підвищується вміст білків мязової строми(міостроміни), які приймають участь біомеханіці розслаблення м’язів. У зв’язку з цим здатність до розслаблення м’язів у тренованих спортсменів вища.

М’язи тренованого організму більш реактивні. Під час їх діяльності значніше чим в нетренованих м’язах зростає активність різних ферментних систем. Але це не може бути пояснено біохімічними змінами які відбуваються в м’язах. Це в першу чергу залежить від змін нервової регуляції обміну речовин. При відключенні за допомогою снодійних речовин(амітал) вищих відділів ЦНС в м’язах тренованих тварин під впливом м’язової діяльності відбуваються такі ж зміни активності ферментів, як і в м’язах нетренованих тварин.

Зміни енергетичного метаболізму під час фізичного навантаження в процесі багатолітніх тренувань приводять до збільшення запасів внутрішньо м’язових енергетичних субстратів(креатин фосфату, глікогену) і підвищення активності

ферментів та їх кількості (АТФ-аза, креатинофосфакіназа, ферменти гліколізу, циклу лимонної кислоти, окислення жирних кислот, систем транспорту електронів). Це приводить до прискорення швидкості розпаду АТФ та її ресинтезу. Сама концентрація АТФ в тканинах тренованого організму не змінюється, але при цьому зростає швидкість обміну молекул АТФ.

Тренована людина здатна виконувати субмаксимальні навантаження в більш економному режимі змін метаболізму: з нижчою продуктивністю молочної кислоти та меншим зниженням внутрішньоклітинного РН.

Швидкість ресинтезу АТФ на початку фізичного навантаження визначається запасами креатин фосфату в м’язах. Під час більш тривалої ресинтезу АТФ в значній мірі залежить від наявності вуглеводів, неетерифікованих жирних кислот(НЕЖК) та від активності ферментів аеробного окислення, їх спряження з фосфорилюванням.

Під впливом тренувань запаси глікогену в скелетних м’язах, міокарді, печінці істотньо зростають. Одночасно підвищуються активність ферментів, які приймають участь в розпаді глікогену і, перш за все, глікогенфосфорилази.

Під впливом тренувань на витривалість поріг анаеробного обміну(ПАНО) підвищується. Зниження утворенням молочної кислоти в тренованих скелетних м’язах здійснює позитивний регуляторний ефект на ряд метаболічних циклів.

Не відбувається значного зрушеннярН(при низьких концентраціях молочної кислоти), що підвищує інтенсивність ліполізу і утилізації жиру. Зростання частки роботи, що виконується за рахунок аеробного ресинтезу АТФ, приводять до зниження частки гліколізу в м’язовій енергетиці, що впливає на інтенсивність використання вуглеводних і жирових джерел енергії. Низький рівень молочної кислоти фактично знижує її ингібіторний вплив на активність ліпаз-ферментів, які католізують обмін тригліцеридів в жировій тканині і скелетних м’язах.

У тренованих фізичними навантаженнями людей чітко виявлена велика здатність ферментів до мобілізації жиру з тканин для використання його в якості енергетичного обміну в скелетних м’язах дозволяє окислювати великі кількості НЕЖК, що доставляються кровоносною системою до м’язів, а також використьвувати з цією метою внутрішньо м’язових тригліцериди. Під час виконання фізичних навантажень

аеробного характеру у кваліфікованих спортсменів більше 55% енергії, що витрачається, покривається за рахунок мобілізації жиру та окислення жирних кислот.

Підвищення в результаті тренувань активності ферментів відбувається під впливом низки факторів. Але головним з них необхідно визначати посилення синтезу ферментів , що приводить до збільшення їх кількості і загальної каталітичної активності.

Під впливом систематичних фізичних навантажень в скелетних м'язах відбувається активація специфічних генів, що знаходить своє підтвердження в підвищення активності ДНК – залезної РНК – полімерази на рівні транскрипції геному , а також в посиленні синтезу м'язових білків в рибосомах.

Виділяють наступні участки регуляції біосинтезу білка : комформаційні перебудови в активній транскрипційній одиниці хроматину (петлі) , ініціація , елонгація і термінація трансляція ; процесинг (дозрівання) попередників рРНК , тРНК , іРНК ; транспорт тРНК , рРНК , і іРНК в саркоплазмі; ініціація , елонгація і термінація трансляція; стабільність іРНК ,процесинг пептидів і самозбірка білків.

При розгляді регуляції на рівні транскрипції необхідно враховувати той фактор , що декілька генів міоциту (гени активну, міозину , туболіни) являються множинними. Підвищення активності геномутреновоного організму зумовлене : по-перше , посиленням транскрипції активних генів ; по-друге перетворенням потенціально активних генів в гени , на яких активно відбувається транскрипція. Такі модифікації хроматиму можливі при фосфорилюванняфроматинових білків , яке каталізується ядерними фосфопротеїнкіназами.

В основі молекулярного механізму , який регулює синтез ферментів і скротливих білків в скелетних м'язах знаходяться якісні зміни активації головним чином спеціалізованих генів. Зміни активності ферментів здійснюються механізмами

внутрішньоклітинної регуляції.

Співвідношення цількостей різних м’язових волокон(I типу і суми IIA таIIB: композиція м’язів) та довжина саркомерів як факторів що визначаються генетично в процесі зростання тренованості не змінюються.

Для тренованого організму характерна більш висока ефективність регуляції обміну речовин, яка визначає достатність техніки більш економними витратами енергії в роботі.

Тренована клітина: має більшу чутливість власних рецепторів до гормонів чим не тренована клітина; набуває здатності резервувати деякі гормони в клітині у вигляді жирних неактивних попередників гормонів: здійснює специфічну функціональну відповідь на вплив гормонів при їх меншій концентрації в крові, чим не тренована клітина. Для тренованого організму характерна більш високе вдосконалення «ніж гормональних» взаємовідносин. Наприклад, спостерігається більш раціональне співвідношення концентрації в крові інсуліну і глюкагону під час фізичних навантажень.

Тренований організм має більш досконалу і нервову регуляцію м’язової роботи, що виявляється зростанні швидкості передачі нервового імпульсу на м’яз.

Дослідами на тваринах доведено, що експериментальне тренування приводить до зростання буферних властивостей тканин головного мозку, до підвищення активності перш за все окисних ферментних систем, що дуже важливо для нормального функціонування ЦНС і відтермінування часу настання втоми.

Стан тренованості, тобто адаптації організму до підвищеної м’язової діяльності можливо розглядати як свого роду пам’ять, в чому безсумнівна роль нейроолігопептидів (НОП).

Пептиди-аналгетики можуть спричиняти підвищену рухову активність і різку напругу м’язового апарату(кататонію), а також регулювати передачу м’язами збудження, що здійснюється ацетилхоліном.

Речовина Р і меланоцитстимулюючий гормон контролюють рухові реакції, регулюють функціональний стан альфа-мотонейтронів і уставочних нейтронів спинного мозку які мають пряме відношення до рухової діяльності.

Пептиди пам’яті закріплюють ефекти навчання, а саме, поведінкові реакції, які зв’язані з рухами.

НОП(в тому числі і ендорфіни) приймають участь в підвищенні і збереженні роботоспроможності та мають та мають пряме відношення до подолання втоми. ‘’мертва точка’’ і перехід до ‘’другого дихання’’ в практиці фізичної культури і спорту відбуваються миттєво, і такий ефект можуть здійснювати лише НОП.

Під впливом систематичних фізичних навантажень відбуваються функціональні зміни не лише безпосередньо в працюючих м’язах. Вони в рівній мірі стосуються систем зовнішнього дихання і транспорту крові. Аеробна продуктивність організму багато в чому залежить від дифузійної здатності легень, яка визначається: площею функціонуючої поверхні альвеолярно-капілярних мембран об’ємом крові в легеневих капілярах і загальною кількістю гемоглобіну, здатного зв’язувати кисень. Під впливом фізичних навантажень зростають резервні можливості дихання, що знаходить своє відображення у підвищені життєвої ємкості легень, максимальної вентиляції легень. Більша кількість кисню засвоюється організмом з кожного літра повітря, що вентилюється. Зростає киснево-транспортна функція кровообігу і підвищується киснева ємкість крові. Всі ці зміни біохімічних і фізіологічних показників які відбуваються на клітинному, тканинному і системному рівнях, в кінцевому підсумку проявляються в такому інтегральному показникові, як максимальне споживання кисню(VO2 max).

VO2 max- інтегральний показник аеробної продуктивності, засіб оцінки роботоспроможності як функціонального стану серцево-судинної і дихальної систем, біоенергетичний критерій аеробної потужності. Величина VO2 max формується взаємодією багатьох факторів: парціальним тиском кисню в повітрі під час вдиху, об'ємом легеневої, дихальною поверхнею легень, кисневою ємкістю крові, об'ємною швидкістю кровотоку, інтенсивністю регіоналоного кровообігу в легенях і в працюючих м'язах, артеріально-венозною різницею, активністю окисних ферментів в мітохондріях тканин і інше.

Під впливом систематичних фізичних навантажень спостерігається паралельне зростання VO2 max, фізичної роботоспроможності і тренованості організму. В аеробному тренуванні VO2 max спортсменів може досягти 5л*хв.\-1 і навіть вище.

Підвищення VO2 max в процесі тренування багато в чому визначається змінами в артеріо-венозній різниці, об'ємному вмісті кисню. Головну причину змін величини VO2 max необхідно розуміти в посиленні процесів утилізації кисню, які відбуваються безпосередньо в працюючих м'язах. Саме зміни метаболізму в м'язах являються тим молекулярним механізмом, який спричиняє перебудову і адаптацію системи транспорту і утилізації кисню в тканинах.

Істотні зміни у вмісті кисню в артеріальній і венозній крові, що протікає через працюючі м'язи, зв'язані із зростанням швидкості екстракції кисню м'язами. Зростанню швидкості екстракції кисню м'язами під впливом тренувань сприяють: збільшення числа капілярів, які оточують кожне м'язове волокно, що скорочується; зростання запасів міоглобіну саркоплазми міоцитів; збільшення кількості і розмірів мітохондрій в скелетних м'язах. Таким чином, причини артеріо-венозних відмінностей у вмісті кисню в тренованому організмі тісно

пов’язані з посиленням метаболічних процесів в скелетних м’язах і знаходять своє відображення в поступових морфологічних і функціональних змінах що приводять до адаптації людини до фізичних навантажень.

В стані тренованості спостерігається робоча гіпертрофія печінки, яка проявляється у: зростанні абсолютного і відносного вмісту глікогену, збільшенні активності ряду ферментів вуглеводного, білкового і жирового обмінів.

В підшкіряній клітковині і легенях зростає активність тканинних ліпаз і підвищується чутливість адипоцитівдо адреналіну.

В крові дещо зростає вміст гемоглобіну і кількість ерритроцитів, в результаті чого підвищується її киснева ємкість. Змінюються і буферні властивості крові(зростає її резервна лужність).

Робоча гіпертрофія серцевого м’яза являється однією з умов його підвищеної діяльності. В м’язі серця: збільшується вміст міоглубіну, в два-три рази підвищується рівень окисних процесів, зростає здатність до утилізаціі глюкози, жирних кислот и молочної кислоти(в наслідок зростання активності ЛДГ1) в роботі. Серце людини в добу споживає: НЕЖК і кетонових тіл-18г, глюкози 11-г, молочної кислоти-10г, піровиноградної кислоти-0,6г. під час навантажень в анаеробному режимі(при ЧСС більше 170 уд.*хв\-1)частки головних енергетичних субстратів в біоенергетиці серцевого м’яза наступні: молочна кислота-58%, НЕЖК-22%, глюкоза-17%, піровеноградна кислота-3%.

Рівень тренованостіоцінюється за динамікою концентрації лактату крові в стандартних та граничних навантаженнях. Про більш високий рівень тренованості свідчать:

- Менше накопичення лактату(у порівнянні з нетренованими)при виконанні стандартного навантаження, що пов’язане із зростанням частки аеробних механізмів в енергозабезпеченні цієї роботи;
- Більше накопичення молочної кислоти при виконанні граничної роботи, що пов’язане із зростанням ємності гліколітичного механізму енергозабезпечення;
- Зростання ПАНО(потужності роботи, при якій різко зростає рівень лактату в крові) у тренованих осіб у порівнянні з нетренованими;
- Більш тривала робота на рівні ПАНО;
- Менше зростання вмісту лактату в крові при підвищенні потужності роботи, що пояснюється вдосконаленням анаеробних процесів та економічністю енерго-витрат організму;
- Зростання швидкості утилізації лактату в період відновлення після фізичних навантажень.

Із зростанням тренованостів видах спорту на витривалість у спортсменів зростає загальна маса крові та концентрація гемоглобіну в ній. Концентрація гемоглобіну –чоловіків підвищується да 160-180г.л-1, у жінок- до 130-150 г.л-1.

Біохімічна характеристика перетренованості (переадаптації).

Перетренованість- це стан, який розвивається у спортсменів під час невірно побудованого режиму тренувань і відпочинку(хронічне фізичне перенавантаження, одноманітність засобів і методів тренувань, порушення принципу поступового збільшення навантажень, недостатній відпочинок, часті виступи на змаганнях), особливо на фоні осередків хронічної інфекції, соматичних захворювань.

Перетренованість характеризується значущими нервово-психічними зрушеннями, погіршення спортивних результатів, порушенням діяльності серцево-судинної і нервової систем. Всі зрушення в реакціях різко проявлені, відмічаються зміни електро кардіограми, знижується опірність організму до інфекцій. Ця форма втоми потребує втручання лікаря і тренера.

Перетренованість пов'язана з різким вичерпанням фізіологічних ресурсів і порушенням взаємо зв'язку нервових і гормональних механізмів адаптації. Причинами переадаптації можуть бути наступні зміни.

Порушується оптимальний баланс витрат і відновлення енергії, перш за все аеробного компоненту, тобто істотно знижується загальна витривалість спортсмена як ''базес'' реалізації спеціальної витривалості.

Знижується резерви глікогену, витрачаються чи вичерпуються інші енергетичні субстрати.

Знижується резистентність організму спортсмена до гіпоксії.

Послаблюються імунологічні резерви організму. Виникає дисбаланс нейроендокринної регуляції. Спостерігаються глибокі метаболічні зміни внутрішнього середовища(екстремальні зрушеннярН, сечовини, лактату). Відзначається відносна чи абсолютна аліментарна недостатність і зв'язаний з нею дефіцит енергетичного, пластичного чи субстрактного забезпечення імунної системи. В'яло протікаючаперманентна інтоксикація з осередків хронічної інфекції знижує резервні можливості імунної системи. Для корекції імунологічного статусу спортсменів рекомендують: інозин (рибоксин) як попередники в біосинтезі пуринових нуклеотидів і оротат калію – попередник піримідинів.

В стані перетриноваості порушується нервова і гормональна регуляція обміну речовин. Порушуються генетично регульовані процеси біосинтезу. Функціональна серцева недостатність зумовлена тим, що: маса серця зростає швидше чим функціональні можливості структур, які відповідають за його нервову регуляцію і енергозабезпечення; і зниження можливостей міокарду компенсується зростанням його маси, що й призводить до серцевої недостатності.

Порушується кровозабезпечення внутрішніх органів. Спостерігається атрофія ключових структур, що обмежують(лімітують) міокард. Відхилення в станах ЦНС, печінки і інших органів приводять до прямого зношування функціональних систем та їх головних ланцюгів, до негативної перехресної адаптації.

Біохімічна характеристика деадаптації (розтренованості)

В перехідний період тривалістю довше 4-8 тижнів в організмі спортсменів відбуваються наступні зміни: знижується інтенсивність біосинтезу РНК і білків, активуються спеціалізовані механізми розладу структур, проявляються генетично детермінована нестійкість утворених в процесі адаптації структур до природних механізмів деградації.

Наприклад, в серці: знижується інтенсивність біосинтезу білка і маса шлуночків, послаблюється нервова регуляція і зменшується енергозабезпечення. У тренованого бігуна концентрація молочної кислоти в крові під час навантажень 85-90% від VO2 maxнижча, чим у розтренованого при роботі потужністю 75% від VO2 max.

Чотиритижневий постільний режим у спортсмена після травми приводив до наступних змін в різних органах і системах. Загальний об’єм крові знизився на 700мл. ЧСС спокою зросла до 22%. В м’язовій тканині спостерігали: атрофію швидких і повільних волокон, зниження концентрації міоглубіну і глікогену, зниження активності окисних і гліколітичних ферментів, кількості і величини мітохондрій. Даку деадаптацію спостерігали під час травм. При зниженні інтенсивності тренувальних навантажень чи після повної відмови від фізичних навантажень відбуваються ті ж процеси, але тільки повільніше.

Для покращення біохімічних функцій необхідно 4-8 тижнів. Зниження їх рівня до початкових величин відбувається в такі ж терміни. Але деадаптація не являється дзеркальним відображенням адаптації. Повного повернення функцій до початкового рівня не відбувається. Швидкість деадаптації істотно нижча(приблизно в 1,5-3 рази) у порівнянні з швидкістю формування адаптації.

Особливості деадаптації спортсменів

1. Деадаптація в певній мірі визначається режимом попередньої роботи. Так у випадку форсованого тренування сили м'язів відбувається таке ж швидке її зниження після припинення чи зниження тренувань. Тобто, чим інтенсивнішим і короткотерміновим було тренування, тим швидкоплинніше його згасання.
2. Деадаптація характеризується нерівномірністю. Адаптація істотно знижується в перші тижні, а потім темпи деадаптації уповільнюються. Більш того, в прихованій формі адаптаційні зміни можуть зберігатися довго, підтверджуючи підвищену готовність до повторної адаптації.
3. Деадаптації властива гетерохронність. Аеробні можливості організму і зв'язана з ними витривалість до тривалої роботи згасають відносно швидко, а техніка залишається. Активність окисних систем знижується швидко, а VO_2 max знижується значно повільніше. Метаболічна деадаптація відбувається швидше(4-8 тижнів), чим зміни капілярної сітки(декілька місяців). Спочатку знижуються показники біоенергетичних критеріїв ефективності, потім-ємності, і в останню чергу-потужності роботи.
4. Деадаптація має вибірковий характер. Під впливом тренувань в працюючих м'язах зростає, наприклад, вміст міоглобіну(1,5-2 рази), енергетичних субстрактів(м'язового глікогену і ліпідів на 40-50%). Під час деадаптації саме в цих м'язах відбуваються вибіркові обернені зміни цих показників.
5. Для деадаптації характерна фазність. Для прикладу варто проаналізувати зміни функціонального стану спортсменів після тривалих тренувань середньогір'ї. Спортивна роботоспроможність має фазний характер: стан

підвищеної роботоспроможності чередується з тимчасовим зниженням роботоспроможності.

6. Деадапрацію можливо уповільнити. Достатні менші за величиною і більш рідші тренувальні навантаження даної спрямованості. Так, для підтримки VO2 max достатні 1-2 заняття на тиждень.

Часті чергування процесів адаптації і деадаптації приводять до надмірної експлуатації генетично детермінованих здатностей до формування ефективних пристосувальних змін в організмі.

21

Тому підтримання структурних основ адаптації шляхом помірних фізичних навантажень являється незрівнянно більш ефективним, чим багаточисельне повторення циклів ‘’деадаптація - реадаптація’’ так як кожний такий цикл має достатньо високу структурну ціну. Справа в тому, що здатність генетичного апарату клітини і апарату біосинтезу білка не безмежні. Їх надмірна експлуатація може призвести до локального зношення органів, які відповідають за адаптацію.

ЛАБОРАТОРНІ ПОКАЗНИКИ

Показник	Значення в традиційниходиницях	Коефіцієнтперелiку	Значення в системі СІ
1	2	3	4
Біохімічніпоказникикрові			
Альбумін	3,6-5 г%	10	36-50г/л
Аміак(у сиворотці)			
Оптичний тест,340нм			11-35мкмоль/л
Аміакплазми			19-43мкмоль/л
Аполіпротеїн А-І			
Чоловіки			
Жінки			1,15-1,9г/л
Аполіпротеїн В-100			
Чоловіки			0,7-1,6г/л
Жінки			0,6-1,5г/л
Аполіпротеїн(а)	3-30мг/дл		
Ацетон(в сиворотці)			1,15-2,2г/л
якіснареакція	негативна		негативна

кількіснареакція	0,3-2мг%		3-20мг/л
Білок,загальний	6,5-8,5г%	10	65-85г/л
Білірубін			
Загальний	0,2-1,3мг%	17,1	3,4-22,2мкмоль/л
Кон'югований	0-0,3мг%	17,1	0-5,1мкмоль/л
Гаптоглобін(у сироватці)			
Сумарно	0,44-3,03г/л		
Тип 1-1	0,8-2,1г/л		
Тип 2-1	0,7-3,4г/л		
Тип 2-1	0,1-2,1г/л		
Гексози,зв’язанні з білками(у сиворотці)	1,05-1,15г/л	5,62	5,8-6,4ммоль/л
Глюкоза плазми напорожнійшлунок	65-110мг%	0,055	3,58-6,05ммоль/л
Глікозованийгемоглобін	4,4-6,3%		
Глікопротеїди(у сиворотці)	1,2-1,6г/л		
Жовчнікислоти(у сиворотці,сумарно)			2,5-6,8мкмоль/л
Жирнікислотинеетирифіковані	26-45%		0,30-0,90ммоль/л
Олеїнова	20-25%		
Пальмітінова	10-14%		
Стеарінова	8-25%		

Лінолева			
Залізо	50-175мкг%		
Загальне	250-450мкг%	0,179	9-31,3мкмоль/л
Загальназалізозв’язуючаздатністьсиворотки	20-50%	0,179	44,8-80,6мкмоль/л
Насиченнятрансферину	3,5-5 мЕкв/л		
Калій(сиворотка)		1	3,5-5
Кальцій	8,9-10,3мг%		
Загальний	4,6-5,1мг%	0,25	2,23-2,57ммоль/л
Вільний		0,25	1,15-1,27ммоль/л
Креатин(у сироватці)			
Чоловіки			13-53мкмоль/л
Жінки			27-71мкмоль/л
Креатинин(у сироватці)	0,5-1,7мг%		
Чоловіки	0,5-1,11мг%	88,3	44-150мкмоль/л
Жінки		88,3	44-97мкмоль/л
Лактат(плазма)			0,5-2,2ммоль/л
Лактат(кров)	3,5-8г/л		0,3-1,3ммоль/л
Ліпідизагальні(у сироватці)			
Літій	1,3-2,2мЕкв/л		0,5-1,5ммоль/л

Магній(значеннявище у жінокпід час менструації)		0,5	0,65-1,1ммоль/л
а-макроглобулін(у сиворотці)	1,50-3,50г/л		
Чоловіки	1,75-4,20г/л		
Жінки	70-155мкг%		
Мідь(загальна)	<95кг/мл	0,157	11-24,3мкмоль/л
Міоглобін(у сироватці)			
Мочевина(у сироватці)	3-8мг%		2,5-8,32ммоль/л
Мочова кислота	2	59,5	179-476мкмоль/л
Натрій	135-145мЕкв/л		
Сиворотка		1	135-145ммоль/л
Еритроцити	270-290мосм/кг		13,5-22ммоль/л
Осмолярність	0-0,11мЕкв/л	1	270-290мосм/кг
Пировиноградна кислота(пируват)		1	0-0,11ммоль/л
Порфіріни			
Загальніпорфіріни(в еритроцитах)			150-600мкмоль/л
Вільнийпротопорфірин(в еритроцитах)			216-810мкмоль/л
Протеіназніінгібітори	0,15-0,35г/л		
Cl-активатор	0,05г/л		

β_2-Антиколагеназа	0,06г/л		
α- Антитрипсин	0,290г/л		
Антитромбін III	0,3-0,6г/л		
α_1-Антихимотрипсин	0,2-0,7г/л		
Інтер- α-трипсин інгібітор	0,5-2,5г/л		
α_2- Макроглобулін	2,4г/л		
α_1-Протеіназний інгібітор			
Прототромбін(у сиворотці)	0,22-0,28г/л		1,4-2,1мкмоль/л
Серомукоїд(сероглікоїдизагальні,усиворотці)			
Серотонін			
Кров			0,22-2,05мкмоль/л
Плазма			0,28-1,7мкмоль/л
Сиворотка	1/10 частинавідкрові		
В тромбоцитах			230-610нмоль/109клітин

Сиаловікислоти(N-ацетіл та N-гліцилпохіднінейраміновоїкислоти,усиворотці)	0,180-0,220ум.од. 620-730мг/л(реакція Гесса)		2-2,36ммоль/л(по нейраміновійкислоті)
Середньомолекулярніпептиди(у сиворотці,нормальноївеличиниваріабельні)	0,180-0,250ум.од (254нм.) 0,260-0,380ум.од (280нм)		
Тимолова проба(у сиворотці)	0-4од.		
Трансферин(сидерофілін)у сивортці			
Чоловіки	2,3-4г/л		
Жінки	3-3,8г/л		
Тригліцерідинатще			<2,2ммоль/л

Триацилгліцерини(тригліцериди,бажанірівні для дорослих)			
Чоловіки			0,45-1,81ммоль/л
Жінки			0,40-1,53ммоль/л
Тропонін Т	<0,1мг/мл		
Тропонін І	<0,2мг/мл		
Феритин			
Чоловіки	36-262мг/мл	2,25	81-590пмоль/л
Жінки	10-155мг/мл	2,25	23-349пмоль/л
α_1-Фетопротеїн(у сиворотці)	<30мкг/л		
Ваговим методом	3,566-3,634г /л		
Спектрографічним методом	3,371-3,649г/л		
Фібронектин (за В.М.Титовим,1985)	246-399мкг/мл		
Фолієва кислота			
Плазма	1,7-12,6нг/мл	2,27	3,9-28,6нмоль/л
Еритроцити	153-602нг/мл	2,27	347-1367нмоль/л
Фосфат	2,5-4,5мг%	0,323	0,81-1,45ммоль/л
Фосфоліпідизагальні(у сиворотці)			2,52-2,91ммоль/л
Фосфор ліпоїдний(у сироватці)			1,97-4,68ммоль/л

Фосфор неорганічний			0,65-1,29ммоль/л
Хлориди			
Укрові			77-87ммоль/л
У сироватці			96-108ммоль/л
У поту			0-30ммоль/л
Холістерин			
Нормальний	<200мг%	0,0259	<5,18ммоль/л
Прикордонний	200-239мг	0,0259	5,18-6,19ммоль/л
Повищений	%>240мг%	0,0259	>6,2ммоль/л
Холістерин ЛПВП	36-75мг%	0,0259	0,92-1,95ммоль/л
Холістерин ЛПНП	<130мг%		<3,36ммоль/л
Церулоплазмин	21-53мг%	0,063	1,3-3,3ммоль/л
Цинк	70-150мкг/мл		10,7-22,9мкмоль/л
CO_2плазми		1	22-31ммоль/л
Еритроцити,нуклеотиди			
Електрофорез			
АТФ			600-1400мкмоль/л
АДФ			250-800мкмоль/л

АТФ/АДФ	2		
Тонкошаровахроматографія			
АТФ			723,6-728,4мкмоль/л
АДФ			260,8-263,2мкмоль/л
АМФ			2,8-5,4мкмоль/л
Еритроцити,електроліти			
Калій			79,4-112,6ммоль/л
Натрій			12,5-21,7ммоль/л
Магній			1,65-2,65ммоль/л
Мідь			14,13-23,55ммоль/л
Етанол			0-2,7ммоль/л
Інтоксикація			65-87ммоль/л
Ступор			87-109ммоль/л
Кома			<109ммоль/л
Кислотно-лужнийстан			

Кров			
pH			7,35-7,45
Артеріальна			7,37-7,45
Венозна			7,34-7,43
pCO_2			
Чоловіки			4,7-6кПа
Жінки			4,3-5,7кПа
pO_2,аретріальна кров			10,2-13,1кПа
HCO_3			
Чоловіки			23,6-27,2мЄкв/л
Жінки			21,8-27,2мЄкв/л
Стандартнийбікарбонатплазмикрові			
Чоловіки			22,5-26,9ммоль/л
Жінки			21,8-26,2ммоль/л
Буферніоснови,капилярнакров			43,7-53,5ммоль/л
Надлишокоснов			
Капілярнакров			
Чоловіки			Від-2,7до+2,5 ммоль/л
Жінки			Від-3,4до+1,4

			ммоль/л
Артеріальнакров			
Чоловіки			Від-1до+3,1ммоль/л
Жінки			Від-1,8до+2,8 ммоль/л
Ферментисиворотки			0-11МЕ/
Альдолаза	0-11МЕ/л		0-11МЕ/л(30^0)
Амілаза	35-118МЕ/л	0,01667	0,58-1,97мккат/л
Амінотрансферази			
Аланінамінотранфераза	7-53МЕ/л	0,01667	0,12-0,88мккат/л
Аспартатамінотрансфераза	11-47МЕ/л	0,01667	0,12-0,78мккат/л
Антигіалуронідаза	<250од.		
Антистрептолізин О	<250од.		
α_2-Антиплазмін(х±20%)	80-120%		
α_1-Антитрипсин	300-600МЕ;2-2,4г/л	18,52	37,04-74,08мкмоль/л
Антитромбін III	22,5-25,9Е/мл		
Гистаміназа	0,03-0,51мг/ч/д		

Глікогенфосфорилаза	0-20 МЕ/л		
γ-Глутамілтранспептидаза			
Чоловіки	20-76МЕ/л	0,01667	0,33-1,27мккат/л
Жінки	12-54МЕ/л	0,01667	0,2-0,9мккат/л
Кисла фосфотаза	0-0,7МЕ/л	16,67	0-11,6нкат/л
Креатинкиназа(КК)			
Чоловіки	30-220МЕ/л	0,01667	0,5-3,67мккат/л
Жінки	20-170МЕ/л	0,01667	0,33-2,86мккат/л
МВ-фракція КК	0-12МЕ/л	0,01667	0-0,20мккат/л
ЛДГ	90-280МЕ/л	0,01667	1,50-4,67мккат/л
Ліпаза	2,3-20МЕ%	0,1667	0,38-3,33мккат/л
Ліпопротеїнліпаза			
Загальна ЛПЛ			18,9-28,62ммоль/ч
Печінкова ЛПЛ			10,14-16,98ммоль/ч
Внепечінкова ЛПЛ(субстрат інтраліпід,рН-метрія)			7,20-13,20ммоль/ч
5’-нуклеотидаза	2-16МЕ/л	0,01667	0,03-0,27мккат/л
Пепсиноген	124-142мкг/л		
Плазминоген			
Плазма	409-559мг/л		

Сироватка	388-564мг/л		
Трипсин(у сироватці)	10-60мкг/л		
Фосфатазакисла(у сироватці)	0-0,7МЕ/л	16,67	0-11,6нкат/л
Фосфатазалужна(у сироватці)	38-126МЕ/л	0,01667	0,63-2,10мккат/л
Холінестерфаза			60-98,36мкмол/л
Гормонисиворотки			
Альдостерон			
Жінки(при вагітностівище у 2 рази)	5-30нг%		0,14-0,83нмоль/л
Чоловіки	6-22нг%		0,17-0,61нмоль/л
Ангиотезин I(у плазмі)	11-88нг/л		
Ангиотезин II(у артеріальнійкрові,увенознійкрові 50-75% відконцентрації у артеріальнійкрові)	2,41,2нг/л		
Ангиотензиноген(у плазмі)	2,4±0,4мг/л		
АДГ(вазопресин)	2,9±1нг/л		
Гастриннатще	0-130пг/мл		
Гідрокортизон			
О 8год.	50-230мкг/л	0,003	0,14-0,64мкмоль/л
О 16год.	30-150мкг/л	0,003	0,084-0,42мкмоль/л
О 20год.	<50%від рівня о 8 год.		

Глюкагон(у палазмі)	30-120нг/л		
Гормонросту(СТГ)	0-10нг/мл		0-10мкг/л
Інсуліннатще	5-25мМЕ/л	7,18	36-180пмоль/л
Кальцитонін			
Чоловіки	0-14пг/мл		0-4,1пмоль/л
Жінки	0-28пг/мл		0-8,2пмоль/л
Катехоламіни(у крові)			
Адреналін	0-6,28нмоль/л		
Норадреналін	0-11,76нмоль/л		
Катехоламіни(у плазмі)			
Адреналін			<0,480нмоль/л
Норадреналін			0,615-3,239нмоль/л
Дофамін			<0,888нмоль/л
Кортизол(у плазмі)			
8год	5-23мкг%		138-635нмоль/л
16год	3-16мкг%		82-441нмоль/л
Кортикостерон			3,8-66,5нмоль/л
17-Оксикортикостероїди(17-ОКС,уплазмі)	50-200мкг/л	0,0028	0,14-0,55мкмоль/л
Ренін,активність у плазмі	0,9-3,3нг/мл/ч		
Секретин(напротязі 45хв післяїжі1200нг/л)	29-45нг/л		

С-пептид(у сиворотці)	1,4-2,2мкг/л		
Тироксин,загальний(Т4)	3-12мкг%	12,9	39-155нмоль/л
Тироксин,вільний	1-2,3нг%	12,9	13-30пмоль/л
ТТГ	0,32-5мкМЕ/л		0,32-5мкМЕ/л
Поглощення смолою	20-40%		
Трийодтиронін(Т3)	80-200нг%	0,0154	1,2-3,1нмоль/л
Т4-індекс(Т4(Т-звязок)	0,85-3,5		
Тиреотропний гормон(ТТГ)	0,45-6,2мкМЕ/мл		
Біохімічніпоказникимочі			
Загальний азот	6-17г/добу	71,39	428,4-1213,7ммоль/добу
Азот амінокислот	50-200мг/добу		3,5-14,3нмоль/добу
АКТГ	15-70пг/мл	0,22	3,3-15,4пмоль/л
Альдостерон			8,34-41,7нмоль/добу
Амілаза	0,04-0,30МЕ/хв	6,67	0,67-5нкат/хв
Амінокислоти			
Тирозин			
Чоловіки	15-40мг/добу		
Жінки	15-49мг/добу		

Фенілаланін			
Чоловіки	8-15мг/добу		
Жінки	6-41мг/добу		
Аміак	30-50ммоль/л		10-107ммоль/добу
Ацетон	негативна		Негативна
Білокзагальний	45-75мг/добу		
Денна моча	<60мг/добу		
Нічна моча	<20мг/добу		
Білковіфракціїмочі			
Альбуміни	37,9%(10-100мг/добу)		10-100мг/добу
Глобуліни			
A_1	27,3%		
A_2	19,5%		
β	8,8%		
γ	3,3%		
Альбуміни/Глобуліни	0,64		
Гаптоглобін	0-5мг/л		
Глікозаміноглікани			
Осадження ЦПХ	1,03-3,35мг/1г креатинина		
Карбозоловареакція	2,37-2,99мг/л		

Глюкоза(якісніпроби на глюкозу мочевининегативні)			0,06-0,83ммоль/л
δ-амінолевулінова кислота	1,3-7мг/добу	7,6	10-53мкмоль/добу
Калій			38-77ммоль/добу
Кальцій	0-250мг\добу	0,025	0-6,25ммоль/добу
Катехоламіни			
Адреналін	<10мкг\добу		<55нмоль/л
Норадреналін	<100мкг\добу		<590нмоль/л
Метанефрин	0,1-1,6мг\добу		0,5-8,1мкмоль/л
17-кетостероїди			
Чоловіки	27,7-79,7мкмоль/добу	1	27,7-79,7мкмоль/добу
Жінки	17,4-55,4мкмоль/добу	1	17,4-55,4мкмоль/добу
Копропорфірин	50-250мкг/добу		80-380нмоль/добу
Кортизол,вільний	20-90мкг/добу	2,76	55-248нмоль/добу
Креатин			
Чоловіки			0-0,30ммоль/доб
Жінки			0-0,61ммоль/доб
Креатинин			

Кліренс	120 млн/хв		
Чоловіки	1-2г\добу	8,84	8,8-17,7ммоль/доб
Жінки	0,6-1,5г/добу	8,84	5,3-13,3ммоль/доб
Магній			3-5ммоль/добу
Мідь	15-50мкг/добу	0,0157	0,24-0,78мкмоль/добу
Міоглобін	<4мкг/добу(2-4нг/мл)		
Мочева кислота			1,48-4,43ммоль
Мочевина	20-35г/добу	16,65	333-538ммол/до
Натрій			40-220ммоль/л
Оксалати	10-40мг/добу	11,4	114-456мкмоль/добу
5-оксиіндолілуксусна кислота			5-42мкмоль/доб
17-оксикортикостероїди(17-ОКС)			
17-ОКС вільні			0,11-0,77мкмоль/добу
17-ОКС сумарно			4,1-13,7мкмоль/добу
Осмолярність	500-1400мосмоль/кг		
Порфірини			

Копропорфірин	0-72мкг/добу	1,53	0-110нмоль/добу
Уропорфірин	0-27мкг/добу	1,2	0-32нмоль/добу
Порфобіліноген	0-2мг/добу	4,4	0-8,8мкмоль/доб
Серотонін			0,5-1,2мкмоль/добу
Титруємакислотністьмочі(ТК)			20-40мекв/добу
Уробіліноген	0-6мг\добу		
Фосфор неорганічний			12,9-42ммоль/добу
Хлориди			170-210ммоль/добу
5-Гідроксиндолуксусна кислота	0,2-5,7мг/добу	5,23	1-30мкмоль/доб
Система згортаннякрові			
Час кровотечі	2,5-9,5хв		
Продуктирозпадуфібриногена/фібрина	<8мг/мл		
ПТ	11-14с		
Тромбиновий час	11,3-18,5с		
Факторизгортання			
Фактор I(фібриноген)	150-360мг%	0,01	4-10мкмоль/л
Фактор II(протромбін)			0,60-1,40мкмоль/л
Фактор V			0,60-1,40мкмоль/л
ФакториVII-X			0,70-1,3мкмоль/л
Фактор X			0,70-1,3мкмоль/л

Фактор VIII			0,50-2мкмоль/л
Фактор IX			0,60-1,40мкмоль/л
Фактор XI			0,60-1,40мкмоль/л
Фактор XII			0,60-1,40мкмоль/л
Загальнийаналізкрові			
Гематокрит			
Чоловіки	40.7-50.3%	0,01	0,407-0,503
Жінки	36,1-44,3%	0,01	0,361-0,443
Гемоглобін(Hb)			
Чоловіки	13,8-17,2г%	0,620	8,56-10,7ммоль/л
Жінки	12,1-15,1г%	0,620	7,50-9,36ммоль/л
КонцентраціяHb у 1 еритроциті	32,7-35,5г%	0,620	20,3-22ммоль/л
ЗмістHbу 1 еритроциті	26,7-33,7пг		
Лейкоцитарнаформула			
Загальнечислолейкоцитів	$3,8\text{-}9,80*10^3$/мкл	1	$3,8\text{-}9,8*10^9$/л
Лімфоцити	$1,2\text{-}3,3*10^3$/мкл	1	$1,2\text{-}3,3*10^9$/л
Моноцити	$0,2\text{-}0,7*10^3$/мкл	1	$0,2\text{-}0,7*10^9$/л
Гранулоцити	$1,8\text{-}6,6*10^3$/мкл	1	$1,8\text{-}6,6*10^9$/л
Розкидрозміріверитроцитів	11,8-14,6%	0,01	0,118-0,146
Ретикулоцити	0,5-1,5%	0,01	0,005-0,015

СОЕ	0-10мм/год		
Середнійеритроцитарнийоб’єм	80-97,6мкм		
Тромбоцити	190-405*10^3/мкл	1	190-405*10^9/л
Еритроцити			
Чоловіки	4,5-5,7*10^6/мкл	1	4,5-5,7*10^{12}/л
Жінки	3,9-5*10^6/мкл	1	3,9-5*10^{12}/л
Імунологічніпоказники			
lg(у сироватці)			
lgA	0,90-4,50г/л		
lgA_1	90%		
lgA_2	10%		
lgD	0-0,15г\л		
lgE	0-0,38мг/л		
lgG	5,65-17,65г/л		
lgG_1	60-70%		
lgG_2	14-20%		
lgG_3	4-8%		
lgG4	2-6%		
lgM	0,60-3,50г/л		
Комплемент(загальнийгемолітичний)	118-226СН50 МЕ/мл		

Clq			51-79мг/л
Clr			22-46мг/л
Cls			21-41мг/л
C2			22-34мг/л
C3			77-156мг%
C4			15-39мг%
C5			49-77мг/л
C6			48-64мг/л
C7			49-70мг/л
C8			43-63мг/л
C9			47-69мг/л
Біохімічніпоказники спинно-мозковоїрідини			
Білок	150-350мг/л		
Тиск	100-180мм водн.ст.		
Цитоз	3-4клітини у мл		

Моніторінг функціонального стану футболістів високої кваліфікації на протязі змагального сезону

Об'єм гематологічного моніторінгу

		Види контролю		
		Базовий	Етапний	Поточний
Показники лабораторної діагностики	Загальний аналіз крові	+	+	-
	Загальний аналіз сечі	+	+	-
	Аланінамінотрансфераза	+	+	-
	Аспартатамінотрансфераза	+	+	-
	Креатинфосфокіназа	+	+	+
	Тестостерон	+	+	-
	Кортизол	+	+	-
	Тиреотропний гормон	+	-	-
	Глюкоза	+	+	-
	Сечовина	+	+	+
	Сечова кислота	+	-	-
	Креатинін	+	-	-
	Загальний білірубін	+	+	-
	Загальний холестерин	+	-	-
	Загальний білок і білкові фракції	+	-	-
	Залізо сироватки	+	+	-
	Феррітин	+	+	-
	Загальна залізозв`язуюча здатність	+	+	-
	Електроліти (Mg, K, Ca, Na, P)	+	+	-
	Маркер резорбції Крос-Ланс	+	+	-
	Д - димер	+	-	-
	С - реактивний білок	+	-	-
	Імунний статус	+	-	-

football med.com/articles/95-monitoring-the-functional-state-of-skilled-players-during-the-competitive-season.html

4.7. БІОХІМІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДИСЦИПЛІН ЛЕГКОЇ АТЛЕТИКИ

Таблиця 16

Класифікація бігових видів легкої атлетики і характеристика виконання основних вправ (Подготовка сильнейших бегунов мира, 1990)

% від МС·O_2	Лактат на дистанції, ммоль·л$^{-1}$	Тривалість роботи в занятті, годин	Швидкість виконання	Силові вправи
30-70	1,5-2,5	До 1,5	Нижче аеробного порогу	-
60-90	2,5-4	До 3	80-100 % анаеробного порогу	Силова витривалість
80-100	4,5-6,5		Вище анаеробного порогу	Силова витривалість
80-100	6,5-8 (10)		Вище анаеробного порогу	Силова витривалість
95-100	8-15	Сумарно 0,2-0.5	Вище швидкості МС·O_2	Силова витривалість
95-100	10-18			
80-90	14-20			
			Коломакси-мальна	Вибухова та максимальна сила
			Максимальна	-||-

Зони інтенсивності	Загальна дистанція, м	Енергообмін (субстрати)	Співвідношення аеробних і анаеробних процесів , %	ЧСС за 1 хв.
1	-	Ліпіди, глікоген, глюкоза	100:0	140±10
2	42195	Ліпіди, глікоген, глюкоза	95:5	160±10
3А	30000 20000	Глікоген, ліпіди, глюкоза	90:10	180±10
3Б	10000 5000	Глікоген, ліпіди, глюкоза	85:15	180±10
4А	3000 3000 з/п	Глікоген, ліпіди	85:20	
4Б	1500	Глюкоза	50:50	Більше 180
4В	800,400,400 з/б	Глюкоза	20:80	Більше 180
5А	200	АТФ, креатин фосфат глікоген	10:90	
5Б	100,110 з/б	АТФ,КрФ, глікоген	5:95	

Тренувальні навантаження можна класифікувати по зонам відносної інтенсивності, що дозволяє тренеру і спортсмену краще планувати та аналізувати тренування.

Біологічним критерієм інтенсивності звичайно являються показники накопичення молочної кислоти (лактату) в крові, ЧСС та споживання кисню.

І зона характеризується накопиченням лактату в крові до 2-2,5 ммоль·л$^{-1}$ (аеробний поріг), ЧСС – до

140 за 1 хв., рівнем споживання кисню 50-70% від МС·O_2, тривалістю роботи від 20 хв. до 1,5 год.

Тренування в цій зоні слід розглядати як універсальний засіб активного відновлення після занять з високою інтенсивністю. Головний метод – тривала робота в рівномірному темпі. В загальному об'ємі тренувальних засобів ця зона в річному циклі займає від 10 до 30%.

II зона характеризується накопиченням лактату в крові від 2,5 до 4 ммоль·$л^{-1}$, ЧСС від 140 до 170 уд. за 1 хв., рівнем споживання кисню 60-90% від МС·O_2, тривалістю роботи до 2,5 год.

З підвищенням функціональних можливостей зростає швидкість, яка відповідає анаеробному порогові – як індивідуальному так і фіксованому (4 ммоль·$л^{-1}$). Якщо на базових етапах річного циклу ЧСС в цій зоні досягає 150-160 за 1 хв., то в стані найвищої готовності – 170 за 1 хв. і вище при пороговій концентрації лактату. Це означає, що швидкість анаеробного порогу наближається до швидкості МС·O_2 і може складати у видатних бігунів вище 90% від МС·O_2, в той же час після втрати спортивної форми у спортсменів середньої кваліфікації вона рівна лише 70-80%.

Головні методи тренування: рівномірний, перемінний, повторний. На початкових етапах річного циклу використовується рівномірний метод, а з підвищенням швидкості анаеробного порогу

починає використовуватися повторний, довжина відрізків зменшується, а швидкість зростає.

В загальному об’ємі тренувальних засобів ця зона займає в річному циклі 50-60%.

III зона характеризується накопиченням лактату в крові до 8 - 10 ммоль·л$^{-1}$, ЧСС від160 до 180-190 за 1 хв., рівнем споживання кисню 80-100% від МС·O_2, тривалістю роботи до 1,5 годин.

В цих навантаженнях поряд з максимальною інтенсифікацією механізмів, які регулюють аеробний обмін, відбувається значна активація анаеробних гліколітичних механізмів утворення енергії.

Головні методи тренування: рівномірний, перемінний, повторний, інтервальний, змагальний. В загальному об’ємі тренувальних засобів ця зона займає в річному циклі від 5 до 30%.

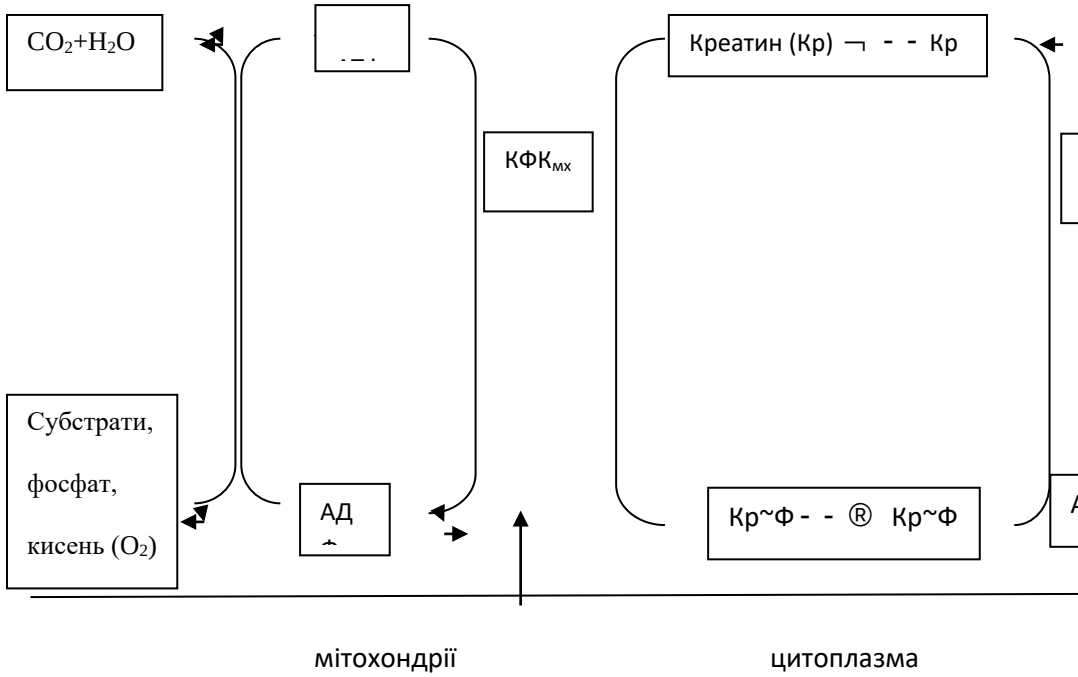
IV зона. Найбільш надійним критерієм інтенсивності тренувального навантаження в цій зоні є концентрація лактату в крові, яка досягає критичних значень та варіює в межах 8-20 ммоль·л$^{-1}$, гранична тривалість роботи в одному повторі – до 10 хв., а сумарна – до 20-30 хв.

Головні методи тренування: змагальний, інтервальний, повторний та їх комбінації. В загальному об’ємі тренувальних засобів ця зона займає в річному циклі від 2 до 6%.

V зона. Абсолютно висока інтенсивність цього тренувального навантаження забезпечується енергією з фосфагенних джерел, ємність яких обмежена в часі

– 10-15 с. Ні один з перерахованих вище біологічних показників не являється надійним критерієм його інтенсивності. Тривалість роботи в одному повторі – до 20 с.

Головні методи: змагальний і повторний. В загальному об’ємі тренувальних засобів ця зона займає до 1%.



КФК$_{мх}$ – креатинфосфокіназа мітохондрій

КФК$_{мФ}$ – креатинфосфокіназа міофібрій

Кр~Ф – креатинфосфат

гії в клітині

, 1984)

Таблиця 17

4.8.Гіпотеза біохімічної інтерпретації та головні параметри закономірностей метаболічного забезпечення бігових навантажень (для чоловіків, МСМК)

Режим	Назва лімітуючих процесів	Головні біохімічні субстрати	Дистанція, метри***	Час проходження дистанції
1	АТФ-азна реакція на міофібрилах	АТФ міофібрил	* 0,125	0.18 с
			** 0,250	0,25 с
2	АТФ-азна і КФК-азна реакції на міофібрилах	АТФ міофібрил, КФ цитоплазми	0,5	0,35 с
			1,0	0,50 с
3	Креатинфосфокіназна реакція на міофібрилах	КФ цитоплазми	2	0,70 с
			4	1,00 с
4	КФК-азна реакція на міофібрилах, КФК-азна реакції в мітохондріях	КФ цитоплазми, АТФ мітохондрій	8	1,5 с
			16	2,5 с
5	Креатинфосфокіназна реакція в мітохондріях	АТФ мітохондрій	32	3,8 с
			64	6,8 с
6	КФК реакція в мітохондріях, КФК реакція в цитоплазмі, анаеробний	АТФ мітохондрій, АТФ цитоплазми, глікоген м’язів	128	13 с
			256	28 с

	вуглеводий ресинтез			
7	Анаеробний вуглеводний ресинтез АТФ (гліколіз)	Глікоген м’язів	512	60 с
			1024	2,4 хв.
8	Анаеробний і аеробний вуглеводний ресинтез АТФ	Глікоген м’язів	2058	5,1 хв.
			4096	10,9 хв.
9	Аеробне фосфорилювання (вуглеводний ресинтез АТФ)	Глікоген м’язів і печінки	8192	23 хв.
			16384	49 хв.
10	Аеробне фосфорилювання (вуглеводний і ліпідний ресинтез АТФ)	Глікоген м’язів і печінки, жирні кислоти	32768	103 хв.
			65536	220 хв.
11	Аеробне фосфорилювання (ліпідний ресинтез АТФ)	Жирні кислоти	131072	7:50 годин
			262144	17:00 годин
12	Аеробне фосфорилювання (ліпідний і білковий ресинтез АТФ)	Жирні кислоти, білки	524288	38:00 годин
			1048576	90:00 годин
13	Аеробне фосфорилювання (білковий ресинтез АТФ)	Білки	2097152	228:00 годин
			4194304	624:00 годин

* - режими „ дистанція – час ” для розвитку потужності реакцій ресинтезу АТФ

** - режими „ дистанція – час ” для розвитку ємності реакцій ресинтезу АТФ
*** - дистанції подвоюються

КФК – креатинфосфокіназа;
КФ – креатинфосфат;
непарні режими - основні;
парні режими - перехідні;
1-4 режими об’єднуються в один спільний педагогічний режим;
11 режим людство розпочало освоювати;
12-13 режими – прогноз.

Таблиця 18

4.9.Використання лактату крові для управління навчально-тренувальним процесом в плаванні (Большевый, Щутко, 1988)

Джерела енергозабезпечення в м’язах	Спрямованість впливу	Значення інших біохімічних параметрів. ВЕ– зрушення буферних основ
Окислення ліпідів (жирів)	Усунення недоокислених продуктів обміну, поповнення запасів вуглеводів в м’язах	pH,pCO_2-в межах індивідуальної норми,ВЕ - до -4 мекв·$л^{-1}$
Окислення вуглеводів, в меншому ступені ліпідів (жирів)	Посилення потужності жирового обміну, посилення ємності окислення вуглеводів, розвиток загальної витривалості	pH=7,32,pCO_2 нижчий доробочого рівня на 1-3 мм рт. ст. ВЕ – до -6 мекв·$л^{-1}$
Окислення вуглеводів, в меншому ступені гліколіз	Посилення потужності окислення вуглеводів, розвиток силової витривалості	pH=7,31-7,26,pCO_2 нижчий доробочого рівня на 2-4 мм рт.ст. ВЕ – до -10 мекв·$л^{-1}$
Гліколіз	Посилення швидкості включення гліколізу та його потужності. Розвиток швидкої сили-основи швидкісної витривалості	pH=7,26-7,20, pCO_2 нижчий доробочого рівня на 5-6 мм рт.ст. ВЕ – до -14 мекв·$л^{-1}$
Гліколіз	потужносі гліколізу,посилення ємності буферних систем	доробочого рівня на 7-8 мм рт.ст. ВЕ – нижче
Креатинфосфокіназна система (КФК)	Посилення потужності КФК системи. Розвиток абсолютної	

Зона інтенсивності	Лактат крові, ммоль·л$^{-1}$	ЧСС, уд.·хв.$^{-1}$
1.Аеробно відновлювальна (до 70-75 % інтенсивності)	0-2	120-140
2.Аеробно-стабілізуюча (70-75 % інтенсивності)	2-4	140-160
3. Аеробно-розвиваюча(85-90 % інтенсивності)	4-6	160-180
4а.Анаеробна (більше 90 % інтенсивності)	7-12	інд.
4б.Анаеробна (100 %	більше 12	інд.
5.Анаеробна алактатна	4-5	

Кількісне визначення концентрації піровиноградної кислоти (ПВК) в крові спортсменів

Концентрація ПВК крові в нормі складає 0,3-1,2 мг % чи 34,07-140,0 мкмоль·л$^{-1.}$ Добова екскреція ПВК з сечею: 10-25 мг чи 113,7-283,9 мкмоль.

Підвищення концентрації ПВК крові спостерігається при: паренхіматозних захворюваннях печінки; цукровому діабеті ; всіх факторах, які приводять до зростання молочної кислоти у крові; гіпоксії (загальній і місцевій); B_1 – вітамінній недостатності (гіповітаміноз); м’язовій роботі (до 5 мг%); гіперфункції гіпофізарно-адреналової системи; після введення камфори, стрихніну, адреналіну та інше. Підвищення концентрації ПВК крові токсичне

для організму. При наркозі концентрація ПВК крові знижується.

Таблиця 23

Визначення концентрації ПВК крові у плавців-підводників (чоловіки), ммоль·л$^{-1.}$

Період тренувань	Спокій	Після тренувань	Відпочинок 30 хв.	Висновки
Початок підготовчого періоду	0,121±0,013	0,242±0,016	0,198±0,018	Низка тренованість
Початок завершального мікроциклу, 1-й день	0,111±0,015	0,254±0.020	0,183±0.015	Підвищена тренованість
Початок завершального мікроциклу, 5-й день	0.115±0,013	0,287±0,018	0,191±0.016	Пік форми
Кінець завершального мікроциклу, 8-й день	0,120±0,010	0.267±0,022	0,202±0,016	Погіршення тренованості

4.10

Таблиця 19

Визначення концентрації молочної [$H^+L_a^-$] та піровиноградної (ПВК) кислот крові елітних плавців (чоловіки) в змагальних умовах після 100-1500 м, ммоль·л$^{-1}$

Тип реакції	Швидкість плавання	[$H^+L_a^-$], ммоль·л$^{-1}$	[ПВК], ммоль·л$^{-1}$	[$H^+L_a^-$]:[ПВК]	Педагогічні висновки
I тип	висока	10,6	0,121	85,4 од.	кращі плавці
II тип	висока	15,1	0,120	127.3 од.	призери
III тип	висока	19,1	0,250	76,4 од.	слабка аеробна енергопродукція
IV тип	низька	11,1	0,190	58,4 од.	погана адаптація
V тип	низька	16,0	0,190	82,1 од.	втома

VI тип	низька	10,2	0,209	47,4 од.	перетренованість

Таблиця 25

Про зміни роботоздатності сторстменів-плавців після спускання з гір (в відсотках) / Лашко, Астахов, Вдовиченко,1992

Дні	% Роботоздатності	Дні	% Роботоздатності
1-2	48	11-12	49
3-4	74	13-15	77
5-6	72	16-20	80
7-8	50	21-25	84
9-10	38	26-30	77

Про зміни концентрації сечовини у крові плавців високого класу.

Сечовина характеризує ступінь активації катаболізму білків в організмі. Норма сечовини в крові: 25-50 мг % (4-8 ммоль $\cdot л^{-1}$). Тренувальна зона: 50-75 мг% (8-12 ммоль$\cdot л^{-1}$). Зона «ударних» навантажень: 75-100 мг % (12-16 ммоль $\cdot л^{-1}$). Зона екстремальних метаболічних змін: більше 100 мг % (16-ммоль$\cdot л^{-1}$).

В середньому концентрація сечовин крові в спокої у спортсменів – чоловіків складає 35±5 мг %, у спортсменів-жінок - 30±5 мг %.

Необхідно врахувати, що при вмісті в їжі білків більш 74 г рівень сечовини в крові через 6 годин зростає в середньому на 1,2 ммоль $\cdot л^{-1}$ і лише через 8-10 годин поступово знижується. Необхідно враховувати час прийому їжі та вміст в ній білків.

Тренувальна робота повинна розпочинатися при показниках сечовини в крові, які не перевищують індивідуальні норми показника.

Підвищений у порівняні з вихідними вміст сечовини в крові вранці в спокої натщесерце є інтегральним показником не повного відновлення до робочих біохімічних співвідношень в організмі після навантажень попереднього дня.

Наприклад для плавців високого класу норма сечовини складає: юнаки 13-14 років: 5,8±0,3 ммоль $\cdot л^{-1}$, дівчата 13-14 років: 5,0±0,8 ммоль $\cdot л^{-1}$; : юнаки 15-16 років: 6,6±0,4 ммоль $\cdot л^{-1}$, дівчата 15-16 років: 5,8,06 ммоль $\cdot л^{-1}$.

Варіанти динаміки сечовини для юнаків плавців 13-14 років

І варіант – рівень сечовини крові має пряму залежність від навантажень

Ранок (фон)	Вечір через годину після останнього тренування	Ранок наступного дня

5,8±0,3 ммоль ·л$^{-1}$	7,2±0,5 ммоль ·л$^{-1}$	5,7±0,5 ммоль ·л$^{-1}$

Приклад вказує на достатню активність відновлювальних процесів. Такий оптимальний варіант перенесення тренувальних навантажень, який свідчіть про збалансованість катаболічних та анаболічних процесів метаболізму, зустрічається у добре тренованих спортсмені. Запропоновані їм навантаження адекватні їхнім функціональним можливостям. Самопочуття таких спортсменів добре, скарги відсутні.

II варіант – при збільшені навантажень відмічається парадоксальне зниження показників сечовини в крові.

	Ранок (фон)	Вечір через 1 годину після останнього тренування	Ранок наступного дня
I день	5,8±0,4 ммоль ·л$^{-1}$	5,8±0,5 ммоль ·л$^{-1}$	5,8±0,2 ммоль ·л$^{-1}$
II день	5,8±0,2 ммоль ·л$^{-}$	5,8±0,8 ммоль ·л$^{-1}$	5,1±0,2 ммоль ·л$^{-1}$

	1		

Цей приклад можна розцінювати як незавершеність відновлювальних процесів, коли порушені процеси синтезу сечовини у зв’язку з використанням амінокислот в синтезі білків скелетних м’язів.

Після зниження тренувальних навантажень II варіант реакцій переходить в I за одну – дві доби. Для прискорення цього процесу можна застосовувати легку роботу в зоні аеробного порогу -1 ($[H^+L_a^-]$ = 2 ммоль ·л$^{-1}$), фізіотерапевтичні заходи – масаж, сауну. У випадку необхідності показана фармакологічна корекція: вітаміни, білки, антиоксиданти.

III варіант – відсутній зв'язок навантажень з показниками сечовини крові. Останні на будь-які навантаження неадекватно великі та значно перевищують індивідуальну норму.

	Ранок (фон)	Вечір, через 1 годину після останнього тренування	Ранок наступного дня
I день	5,9±0,1	7,8±0,6 мМ·л$^-$	7,0±0,25

	мМ·л$^{-1}$	1	мМ·л$^{-1}$
II день	7,0±0,25 мМ·л$^{-1}$	7,83±0,40 мМ·л$^{-1}$	8,2±0,25 мМ·л$^{-1}$
III день	8,2±0,25 мМ·л$^{-1}$	9,50±0,35 мМ·л$^{-1}$	9,83±0,38 мМ·л$^{-1}$

В цьому випадку рівень спортсменів не відповідає тренувальним навантаженням. Він зустрічається також і у погано підготованих спортсменів при використанні ними недостатньо високих навантажень, а також у спортсменів з II варіантом реакції за умови, що навантаження не були знижені, а відновлювальні заходи не були проведені.

III варіант реакції потребує тривалого відновлення, тому важливо не допустити його розвитку. Організація відновлення аналогічна II варіанту плюс душ Шарко.

4.11.ДІАГНОСТИЧНІ КОМПЛЕКСИ В ПЛАВАННІ

Швидкість плавання висока. Концентрація в крові: молочної кислоти $(H^+L_a^-)$ 10,6 ммоль·л$^{-1}$, піровиноградної кислоти (ПВК) – 0,121 ммоль·л$^{-1}$, гліцерину 0,31 ммоль·л$^{-1}$, $[H^+L_a^-]$: [ПВК] = 85,4

одиниць, коефіцієнт $[H^+L_a^-]$: [гліцерин] = 35,2 одиниць. Значення метаболітів в нормі: $[H^+L_a^-]$ = 1,1-1,2 ммоль·л$^{-1}$, [ПВК] = 0,07-0,14 ммоль·л$^{-1}$, коефіцієнт $[H^+L_a^-]$: [ПВК] = 10, [гліцерин] = 0,03 ммоль·л$^{-1}$, коефіцієнт $[H^+L_a^-]$: [гліцерин] = 38,11.

Висока швидкість плавання супроводжується порівняно низьким рівнем лактату крові, низьким значенням ПВК та високим рівнем гліцерину крові. Співвідношення $[H^+L_a^-]$: [ПВК] в даному випадку вказує на високу активність циклу трикарбонових кислот, а відношення $[H^+L_a^-]$: [гліцерин] – на високу активність ліполітичних процесів

Для даних плавців характерна висока активність аеробних ланцюгів енергозабезпечення (дихання і ліполіз) при помірному гліколізі. Даний тип енергозабезпечення відбувається найбільш оптимальним, енергетично „економічним” шляхом. Мається резерв підвищення швидкості за рахунок активації алактатного та анаеробного гліколітичного механізмів ресинтезу АТФ, що досягається збільшенням об’ємів силової та швидкісної робіт.

І тип метаболічних реакцій на дані навантаження виявлений у найкращих плавців та призерів.

II тип Швидкість плавання висока. $[H^+L_a^-]$ = 15,1 ммоль·л$^{-1}$, [ПВК] = 0,120 ммоль·л$^{-1}$, [гліцерин] = 0,33

ммоль·л$^{-1}$, [$H^+L_a^-$] : [ПВК] = 107,3 одиниць, [$H^+L_a^-$] : [гліцерин] = 43,2 одиниць.

Висока швидкість плавання супроводжується сполученням високої напруги гліколізу з активним диханням та ліполізом. Знижена реципрокність метаболітів вуглеводного та ліпідного обміну. Цей тип благоприємний та спостерігається у призерів.

Цим спортсменам необхідно збільшувати об'єм роботи в зоні порогової швидкості, що звичайно приводить до підвищення швидкості за рахунок активації процесів реституції (відновлення). В цьому випа III тип ип метаболічної відповіді переходить в I.

Швидкість плавання висока. [$H^+L_a^-$] = 19,1 ммоль·л$^{-1}$, [ПВК] = 0,25 ммоль·л$^{-1}$, [гліцерин] = 0,21 ммоль·л$^{-1}$, [$H^+L_a^-$] : [ПВК] = 76,4 одиниць, [$H^+L_a^-$] : [гліцерин]] = 88,3 одиниць.

Висока швидкість плавання супроводжується високою активністю гліколізу, який пригнічує дихання та ліполіз, про що свідчить: висока [ПВК] і низька [гліцерину] крові, а також коефіцієнти молярних співвідношень [$H^+L_a^-$] : [ПВК] і [$H^+L_a^-$] : [гліцерин]. Така реципроктність вуглеводно-ліпідних метаболітів свідчить про недостатній розвиток аеробних ланцюгів енергозабезпечення і потребує розвитку аеробної продуктивності шляхом включення значних об'ємів аеробної роботи в зоні ПАНО.

Надмірне накопичення $H^+L_a^-$ в крові здійснює негативний вплив на клітинні структури, спричиняючи їх набухання. Окремі навантаження, які супроводжуються накопиченням $H^+L_a^-$ вище 20 ммоль·л$^{-1}$, потребують 48-72 години відпочинку для

IV тип

лення м'язів і мітохондрій,. Це необхідно мати на увазі при участі плавців в декількох номерах змагальної програми за день.

Швидкість плавання низька. [$H^+L_a^-$] = 11,1 ммоль·л$^{-1}$, [ПВК] = 0,190 ммоль·л$^{-1}$, [гліцерин] = 0,170 ммоль·л$^{-1}$, [$H^+L_a^-$] : [ПВК] = 54,4 одиниці, [$H^+L_a^-$] : [гліцерин] = 63,3 одиниці.

Низька швидкість плавання при задовільній активності гліколізу і дихання і низькій активності ліполізу буває у спортсменів, які недостатньо адаптовані до фізичних навантажень. Корекція навантажень із збільшенням об'ємів аеробної,

V тип

тичної та силової роботи активує аеробні шляхи і гліколіз, що підвищує швидкість плавання і приводить до переходу в II та I типи.

Швидкість плавання низька. [$H^+L_a^-$] = 16,0 ммоль·л$^{-1}$, [ПВК] = 0,190 ммоль·л$^{-1}$, [гліцерин] = 0,185 ммоль·л$^{-1}$, [$H^+L_a^-$] : [ПВК] = 82,1 одиниць, [$H^+L_a^-$] : [гліцерин] = 85,2 одиниць.

Низька швидкість плавання супроводжується активним гліколізом та вираженою реципрокністю вуглеводно –ліпідних відносин. Це – низька адаптація організму до навантажень, а також – втома.

Необхідно збільшити об’єми аеробних тренувальних навантажень в зоні порогової швидкості.

VI тип

Швидкість плавання низька, [$H^+L_a^-$] = 10,2 ммоль·л$^{-1}$, [ПВК] = 0,209 ммоль·л$^{-1}$, [гліцерин] = 0,172 ммоль·л$^{-1}$, [$H^+L_a^-$] : [ПВК] = 47,4 одиниці, [$H^+L_a^-$] : [гліцерин] = 60,1 одиниць.

Низька швидкість плавання супроводжується низькою активністю процесів гліколізу, дихання і ліполізу, тобто нездатністю активації процесів енергопродукції, супроводжується низькою роботоздатністю. Такий стан зустрічається при перетренованості. Необхідні: активне відновлення, антиоксиданти, вітаміни, білки, повноцінне збалансоване харчування.

4.13. МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ ФУТБОЛІСТІВ ВИСОКОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ

Ефективність управління процесом тренування тісно зв’язана з **моделюванням** – використанням моделей для визначення різних характеристик спортивного тренування та раціоналізації способів побудови його структурних частин.

Що стосується модельних характеристик функціональних систем організму найсильніших спортсменів, то вони повинні бути повністю

орієнтовані на забезпечення основних сторін підготовленості.

Функціональна підготовленість спортсмена в значній мірі залежить від функціональних можливостей системи енергозабезпечення. Контроль за цим частіше всього прийнято здійснювати за такими інтегральними показниками, як максимальне споживання кисню (MCO_2), максимальна кількість молочної кислоти $(H^+L_a^-)$ в крові, величина граничної потужності навантаження ($N_{гран.}$), максимальна величина легеневої вентиляції та інші. Ці показники відображають потужність системи енергозабезпечення.

Тренованість є комплексним медико-біологічно-педагогічно-лікарським поняттям, яке характеризується готовністю спортсмена до досягнення високих спортивних результатів. Рівень її залежить від ефективності структурно-функціональної перебудови організму, яка поєднується з високою техніко-тактичною та психологічною підготовленістю спортсмена. Очевидно, що надійність діагностики тренованості залежить від медико-біологічної підготованості тренера, якому необхідні добрі знання основ спеціальної функціональної діагностики.

Так як термін „тренованість” набув більш універсального характеру в сучасному спорті, то знадобилося нове визначення того кола запитань, яке необхідно вирішувати в процесі діагностики

тренованості (оцінка стану здоров'я, фізичного розвитку, функціонального стану систем організму). Дуже зручним в цьому сенсі виявився термін „функціональна готовність". Рівень функціональної готовності організму спортсмена (у сполученні з даними про його фізичну роботоздатність) може бути реально використаний тренером для діагностики тренованості.

Нами обстежені 30 футболістів високої кваліфікації (команда майстрів „Дніпро" м. Дніпропетровська) головного та дублюючого складів у віці 18-27 років, більшість з яких були майстрами спорту, мали спортивний стаж від 3 до 10 років. Обстеження робили на протязі 1983-1990 років (Шамардін, Мелешко, 1998).

Програма функціонально-діагностичного обстеження включала комплекс методів обстеження головних систем організму: електрокардіографія, MCO_2, концентрації $H^+L_a^-$ і сечовини – метаболітів вуглеводного та білкового обмінів. Тестування фізичної роботоздатності здійснювали на велоергометрі. Модель тестового навантаження – ступенево зростаюча по потужності робота до відмови. Оцінювали функції в процесі роботи та після неї. Для прикладу ми наводимо аналіз даних сезонів 1984, 1986 та 1988 років, так як в ці роки команда зайняла різні місця в чемпіонаті СРСР по футболу: 1984 р. – 2 місце, 1986 р. – 11 місце, 1988 р. – 1 місце. Динаміка фізичної роботоздатності у

футболістів різного амплуа при тестуванні на велоергометрі наведена в таблиці 26.

Після проведення біохімічної та медико-біологічної оцінки велоергометричних проб нами були отримані наступні результати (таблиця 27). Вважали, що концентрація сечовини є кінцевим продуктом розпаду білків і циклічних нуклеотидів, інтегральним показником розвитку силових якостей чи „частки” сили в більш складних фізичних якостях, таких як швидкісно-силові, силова витривалість і т. п. Концентрація молочної кислоти ($H^+L_a^-$) - кінцевий метаболіт анаеробного вуглеводного розпаду, показник інтенсивності навантаження, розвитку швидкісних якостей чи їх „частки” в більш складних фізичних якостях. Значення MCO_2 – інтегральний показник ефективності киснево-транспортних систем, біоенергетичний показник аеробної потужності.

Концентрація сечовини в крові в нормі для спортсменів чоловіків складає 35±5 мг %. 1 ммоль·л$^{-1}$ її еквівалентний 6,25 мг %.Значення сечовини для зони тренувального ефекту – 50-75 мг % (8-12 ммоль·л$^{-1}$).

Таблиця 26

Динаміка фізичної роботоздатності футболістів різного амплуа за результатами велоергометричного тестування

Рік обстеження			1984	1986	1988
Захисники	Об'єм виконаної роботи кг·м	M±m	11907±2129	12720±1744	13860±430
		V, %	17,9	13,7	3,1
	Максимальне споживання кисню (MCO_2) мл·кг$^{-1}$·хв$^{-1}$	M±m	56,8±4,9	48,8±4,2	65,1±4,4
		V, %	8,6	8,6	6,7
Півзахисники	Об'єм виконаної роботи кг·м	M±m	9108±2184	12085±2341	13860±1364
		V, %	23,9	19,3	6,8
	MCO_2, мл·кг$^{-1}$·хв$^{-1}$	M±m	55,6±8,9	51,9±6,2	67,8±4,7
		V, %	16,0	11,9	6,9
Нападники	Об'єм виконаної роботи кг·м	M±m	7490±2317	13725±861	13725±1132
		V, %	31,0	6,3	8,2
	MCO_2, мл·кг$^{-1}$·хв$^{-1}$	M±m	51,4±4,0	56,5±4,7	64,0±4,0
		V, %	7,8	8,3	6,3

Визначено, що для висококваліфікованних спортсменів існують наступні аеробні зони інтенсивності:

відновлювальна ($H^+L_a^-$ - 0-2 ммоль·л$^{-1}$, ЧСС 120-140 уд.·хв.$^{-1}$),

стабілізуюча ($H^+L_a^-$ - 2-4 ммоль·л$^{-1}$, ЧСС 140-160 уд.·хв.$^{-1}$),

розвиваюча ($H^+L_a^-$ - 4-6 ммоль·л$^{-1}$, ЧСС 160-180 уд.·хв.$^{-1}$).

В результаті проведених досліджень нами запропонована еталонна, усереднена та мінімальні моделі функціональної підготовки захисників, півзахісників, нападників і команди в цілому в підготовчому періоді підготовки футболістів по результатам тестування велоергометричними пробами. **Еталонна модель** (оптимальний рівень функціональної підготовки) велоергометричних проб передбачає максимальні значення потужності, ЧСС та відносного $МСО_2$ у порівнянні з усередненою та максимальною моделями. Але метаболічна „ціна" виконаного об'єму роботи для гравців різних амплуа по моделям неоднакова. Вихідні рівні концентрацій лактату та сечовини еталонної модель (в спокої) мінімальні, що свідчить про адаптацію білкового та вуглеводного обмінів і Виконання велоергометричних навантажень передбачає мінімальний приріст концентрацій $H^+L_a^-$ і сечовини в еталонних моделях в межах фізіологічної норми в зоні аеробного режиму. Лише мінімальна модель передбачає закислення до аеробно-анаеробного режиму з істотним приростом білкового розпаду. Ступінь відновлення по білковому і вуглеводному обмінах в моделях різна та пропорційна рівню відносного максимального споживання кисню.

Відомо, що концентрація метаболітів в спокої визначає економізацію функцій після проведення тренувальних навантажень різної спрямованості та інтенсивності. Динаміка метаболітів в системі „спокій – навантаження – відновлення”, поєднаність змін концентрацій речовин, ступінь приросту показників є відображенням рівня розвитку та характеру тих фізичних якостей, які тренували на попередньому етапі.

Відмінність біохімічних відповідей на запропоноване велоергометричне навантаження підтверджують положення про те, що в більшій мірі головним для захисників є аеробна енергопродукція та загальна витривалість, для півзахисників – змішана витривалість, нападників – швидкісна витривалість.

4.17. ЛІПІДНИЙ ОБМІН ПРИ ЗАНЯТТЯХ ФІЗИЧНОЮ КУЛЬТУРОЮ

Таблиця 30

Склад та деякі властивості ліпопротеїдів (ЛП) крові людини

Показники (сучасна назва)	Хілолікрон ХМ	ЛПДНГ	ЛПНГ	ЛПВГ
Показники	ХМ	пре-β-	β-ЛП	α-ЛП

(застаріла назва)		ЛП		
густина, г/см^3	0,93-0,94	0,94-1,006	1,006-1,063	1,063-1,20
розмір частин, нм	120	30-100	21-25	7-15
білок,%	0,5-2,0	7-13	21-25	44-55
тригліцериди, %	84-87	50-60	10-12	3-7
холестерин,%	5-7	13-18	35-45	17-22
фосфоліпіди,%	4-7	12-19	22-24	27-30

Таблиця 31

Границі коливань вмісту загального ХН, ТГ, ХН-ЛПНГ, ХН-ЛПДНГ, ХН-ЛПВГ в нормі (мг% в плазмі)

	$ХН_{заг.}$	ТГ	ХН-ЛПНГ	ХН-ЛПДНГ	ХН-ЛПВГ
Верхня границя норми	270	200	195	40	70
Нижня границя норми	170	60	100	10	35

Для холестерину:

$[мг\%]' \ 0{,}0258 = [ммоль \times л^{-1}]$

Коефіцієнт атерогенності (КА) = $\frac{ХН_{загальний} - ХН\text{-}ЛПВГ}{ХН\text{-}ЛПВГ}$

В нормі значення КЕт = 2,86-4,46.

Підвищення значення КЕт – фактор ризику атеросклерозу.

Таблиця 32

Порівняльна ефективність фізичних тренувань в аеробному та аеробно-анаеробному режимах. Показники ліпідного і ліпопротеїдного обміну в сироватці крові здорових осіб при використанні різних по спрямованості принципів тренувань (M ± m). 69 чоловіків 40-49 років.

Характер тренування	8-тижневе велоергометричне тренування переважно в аеробному режимі	8-тижневе фізичне тренування в змішаному аеробно-анаеробному режимі	Оздоровчий біг на протязі 3-х і більше років в аеробному режимі	Заняття в групах здоров'я до 7 років в змішаному аеробно-анаеробному режимі

Період обстеження	До тренування	Після тренування	До тренування	Після тренування	Після багаторічних тренувань	Після багаторічних тренувань
Загальний холестерин, ммоль·л$^{-1}$	6,38±0,29	5,18±0,24	6,39±0,49	5,07±0,33	5,83±0,51	5,54±0,24
Тригліцериди, тригліцерин, ммоль·л$^{-1}$	1,59±0,11	1,42±0,5	1,78±0,12	1,36±0,16	1,35±0,10	1,27±0,10
Вміст ліпопротеїдів дуже низької густини (ЛПДНГ) і ліпопротеїдів низької густини (ЛПНГ), г·л$^{-1}$	9,89±0,87	7,50±0,98	10,47±1,08	7,95±0,53	7,55±1,11	7,18±0,79
Вміст ліпопротеїдів високої густини (ЛПВГ), г·л$^{-1}$	0,44±0,10	0,45±0,01	0,46±0,04	0,58±0,03	0,57±0,03	0,56±0,04

Ліпопротеїди (спектр), %	ЛПДНГ	12,7±0,75	16,9±0,9	16,9±0,9	10,1±0,5	8,7±0,3	9,6±0,4
	ЛПНГ	60,1±5,3	59,4±4,9	59,4±4,9	54,2±3,4	47,1±3,1	48,5±3,6
	ЛПВГ	27,2±1,4	27,3±1,8	27,3±1,8	35,7±1,8	44,2±2,7	41,9±4,1
Коефіцієнт атерогенності		4,7±0,49	3,4±0,26	4,3±0,36	2,3±0,29	2,9±0,23	2,8±0,26

Оцінка функціонального стану веслувальників-академістів методами біохімічного контролю

Біохімічний контроль є самостійною складовою частиною комплексного контролю в спорті. Дослідження спортсменів біохімічними методами сумісно з іншими методами контролю дозволяє отримувати інформацію про функціональний стан досліджуваних на різних етапах підготовки, оцінювати ефективність впливу тренувальних засобів, ступінь відновлення метаболічних процесів після тренувань.

В даних дослідженнях обмежували три групи спортсменів. Перша - юнаки 16 років першого року спортивного вдосконалення ШВСМ з академічного веслування (І розряд, КМС). Друга і третя групи - дівчата 18-19 років другого року спортивного вдосконалення (І р., КМС, МС).

Мета дослідження в першій групі - оцінка функціонального стану спортсменів по закінченню сезону і на початку нового сезону. В другій і третій групах - визначення ефективності тренувальних засобів в перед змагальному періоді. Тестуючи навантаження -

контрольне проходження змагальної дистанції 2000 м. В капілярній крові загальноприйнятими методами визначали концентрації молочної кислоти, сечовини, неетерифікованих жирних кислот.

При аналізі отриманих результатів користувалися положеннями теорії підготовка спортсменів і біохімії спорту. Використовували шкалу метаболітів, запропоновану нами, де виділяли наступні зони. I зона ("спокою" чи відновлювальної роботи): молочна кислота 1-4 мМ · л-1, НЕЖК 0,3-1 мекв.· л-1. II зона (тренуючого ефекту): молочна кислота 4-8 мМ · л-1, сечовина 8-12 мМ · л-1, НЕЖК 1-2 мекв.· л-1. III зона ("ризику" чи ударних навантажень): молочна кислота 8-12 мМ · л-1, сечовина 12-16 мМ · л-1, НЕЖК 2-3 мекв.· л-1. Обробку і аналіз результатів здійснювали математично-статистичними методами.

Результати біохімічного обстеження контрольного проходження дистанції 2000 м юнаками 16 років першого року спортивного вдосконалення з академічного веслування в кінці сезону і на початку сезону (n=9; МІТ)

Час обстеження		Концентрація в сироватці крові / Порівняння результатів	Молочна кислота, мМ · л$^{-1}$			Сечовина, мМ · л$^{-1}$			НЕЖК, мекв.· л$^{-1}$		
			До навантаження	Після навантаження	Відпочинок 15 хвилин	До навантаження	Після навантаження	Відпочинок 15 хвилин	До навантаження	Після навантаження	Відпочинок 15 хвилин
Кінець сезону	7,51 ±0,03		1,89± 0,1	8,36± 0,24	6,22± 0,25	5,37± 0,18	13,41 ±0,42	10,44 ±0,39	0,76± 0,05	1,72± 0,08	1,28± 0,04
		Значення відносного М до навантаження (+%)	100%	+442 %	+329 %	100%	+250 %	+194 %	100%	+226 %	+168 %
		"відпочинок" - "після навантаження" (в%)			-113%			-56%			-58%
Початок	8,03 ±0,03		2 ±0,19	10,33 ±0,41	7,02± 0,19	5,56± 0,21	14,56 ±0,28	10,63 ±0,3	0,73± 0,06	2,01± 0,08	1,53± 0,06
		Значення відносного М до навантаження (+%)	100%	+516 %	+351 %	100%	+262 %	+191 %	100%	+275 %	+210 %

		"відпочинок" - "після навантаження" (в%)			-165%			-71%			-65%

Тому за 3-4 тижні до змагань доцільно на протязі двох мікроциклів провести ефективну силову підготовку, яку необхідно закінчити за 7-10 днів до змагань.

3. Засоби тренувань, що спричиняють одно направлене підвищення лише концентрації жирних кислот (приклад групи № 3), не забезпечують на змаганнях необхідної потужності грибка. Тому для формування фізичної якості - силової витривалості необхідно підбирати такі засоби силової підготовки, які б забезпечували і достатній розпад білків, що приведе до формування морфо-функціонального сліду адаптації і створення нового функціонального рівня до моменту змагань. (В.И.Мелешко, В.М.Пчелов, 1999).

Результати біохімічного контролю спортсменок в перед змагальному періоді річного циклу тренувань представлені в табл.2. В групі спортсменок №2 в структуру мікроцилку включали тренування для розвитку максимальної сили і силової витривалості (тренування з максимальним обтяженням зі штангою і на тренажерах). В групі спортсменок №3 силова підготовка проводилась на воді в невеликому об'ємі (10-15% об'єму часу тренувань). За 7-10 днів до контрольного проходження спортсменками змагальної дистанції 2000 м засоби силової підготовки не включалися в структуру мікроциклів обох програм.

Значення концентрацій молочної кислоти і сечовини спортсменок групи №2 досягали тренувальної

зони шкали метаболітів. Мобілізації НЕЖК не спостерігали. У спортсменок групи №3 виявлене зростання концентрацій молочної кислоти і НЕЖК в межах тренувальної зони. Зміни концентрацій сечовини статистично не достовірні. Кращі часові результати проходження дистанції 2000 м були показані спортсменками групи №2.

На основі комплексної оцінки отриманих результатів нами зроблені наступні висновки.

1. Більш ефективними засобами силової підготовки є ті, що забезпечують певний ступінь розпаду білків і підвищення концентрації сечовини вище фізіологічної норми. В іншому випадку тренувальний ефект не досягає необхідного рівня і не реалізується в змаганнях.

2. Відомо, що рівень силових показників, який був досягнутий в підготовчому періоді, значно знижується до моменту змагань. Це зв'язане з відсутністю адекватного подразника для збереження силової витривалості перед змаганнями. Відбувається це тому, що більшістю програм перед змагального періоду спрямовані на вдосконалення техніки гребка, злагодженості дій екіпажів, проходження відрізків на воді з перемінною потужністю і інші засоби, що практично не містять елементів силової підготовки.

Абсолютні значення N і F розрахували за методикою В.В. Бойка в нашій модифікації (1991). На основі літературних даних, а також результатів особистих досліджень нами розроблена школа режимів тренувальних і змагальних навантажень, в яких враховані відмічені вище недоліки. Головна відмінність розпочинається з виділення силового режиму з попереднього базового. Його можна розділити на два піддіапазони:

1. Піддіапазон розвитку силової витривалості. Він характеризується відносно невисокою потужністю роботи (N=65-75%), значним збільшенням зусилля, що розвивається на веслі (F=80-90%). При роботі в даному піддіапазоні відбувається розвиток базової комплексної якості - силової витривалості, використовувані засоби і іметоди, сумарна величина навантаження повинні забезпечувати зміни метаболітів в наступних межах: La - до 4 мМ · л-1, НЕЖК - більше 1 мекв · л-1 (при цьому відбувається мобілізація лінідів як одного із важливих енергетичних субстратів витривалості), сечовина - до 8-12 мМ · л-1 (підтверджують, що величина власне силового навантаження знаходиться в межах, що відповідають функціональним можливостям спортсмена).

2. Анаболічний піддіапазон чи аеробний піддіапазон розвитку сили. В назві його міститься основна педагогічна спрямованість навантаження -

розвиток спеціальної сили і, як результат, приріст м'язової маси. Реалізацію цих завдань забезпечує невисока інтенсивність роботи: ЧСС = 160-170, : La - до 5 мМ · л-1. Використовується невеликий об'єм навантажень, спрямованих на розвиток аеробної витривалості (НЕЖК - менше 1 мекв · л-1), і максимально можливе прикладання зусилля (F - більше 100%). Критеріями оцінки величини навантаження є концентрація сечовини 12-17 мМ · л-1, білка - 100-120 г · л-1, і сечової кислоти - до 0,71 мМ · л-1, що відповідає гранично допустимим значенням названих метаболітів.

Динаміка метаболітів крові дівчат 18-19 років другого року спортивного вдосконалення в навантаженнях на розвиток сили і силової витривалості в перед змагальному періоді (МІТ; група №2 - n = 8; група №3 - n = 8)

	Останній день першого мікроциклу						Останній день другого мікроциклу					
	Молочна кислота, мМ · $л^{-1}$		Сечовина, мМ · $л^{-1}$		НЕЖК, мекв.· $л^{-1}$		Молочна кислота, мМ · $л^{-1}$		Сечовина, мМ · $л^{-1}$		НЕЖК, мекв.· $л^{-1}$	
	до	після	до	після	до	після	до	після	до	після	до	після
	тренування		тренування		тренування		тренування		тренування		тренування	
Група №1 (тренування з максимальним обтяженням зі штангою і на тренажерах)	2,94±0,18	4,52±0,13	6,4±0,29	10,63±0,27	0,81±0,05	0,8±0,04	3±0,17	4,46±0,13	6,68±0,29	10,81±0,29	0,79±0,04	0,85±0,04

<u>Група №2</u> (силова підготовка на воді 10-15% об'ємів тренувань)	3,17±0,13	4,52±0,14	6,82±0,06	6,95±0,13	0,73±0,04	1,52±0,08	3,07±0,09	4,53±0,15	6,88±0,12	7,12±0,18	0,7±0,04	1,54±0,04

Оптимізація режимів тренувальної роботи у веслуванні на байдарках і каное

Мета роботи: конкретизація режимів тренувальних і змагальних навантажень у веслуванні на байдарках і каное для підвищення вибірності впливу використовуваних засобів і методів.

Методи:

1. Педагогічні (розрахунки потужності роботи - N; зусилля, що розвивається на веслі, - F; реєстрація швидкості руху човна - V).

2. Медико-біологічні (розрахунок відносного значення VO_2max, реєстрація ЧСС).

3. Біохімічні (визначення загальноприйнятими методами в динаміці навантажень концентрацій молочної кислоти - La, сечовини - С, неетерефікованих жирних кислот - НЕЖК, загального білка - Б, сечової кислоти - Ск).

4. Методи математичної статистики (розрахунок середньо групових характеристик).

Спортсмени пройшли тестування в різних режимах тренувальних навантажень і енергетичних характеристик режимів та їх піддіапазонів спостерігалися деякі недоліки:

1. Базовий режим обмежувався лише розвитком загальної витривалості, хоча відомо, що під час роботи в цьому діапазоні відбувається розвиток і спеціальних силових якостей.

2. Показники, що використовувалися для характеристики енергетики організму спортсменів (La,

величини вичерпання креатинфосфату в %), їх інтерпретація не відображують справжніх змін енергетичного і пластичного метаболізму.

3. Недостатньо чітко виділялися режими та їх піддіапазони за переважною спрямованістю розвитку основних фізичних якостей.

Однією з причин такого стану є відсутність критерію, що дозволяє оцінити ступінь реалізації силових можливостей. Таким критерієм, на нашу думку, може бути показник F - зусилля, що розвивається на лопаті весла, в % від змагального.

Результатами тестування спортсменів представлені в табл. 1. Вихідні концентрації молочної кислоти, сечовини і НЕЖК знаходилися в межах фізіологічної норми, що свідчило про достатньо повне відновлення обміну речовин спортсменів до моменту обстеження. Характер енергозабезпечення обох навантажень (кінець і початок сезонів) аеробно - анаеробний з достатньо вираженим розпадом білків і накопиченням сечовини. Досліджувані біохімічніі показники після навантажень мали відхилення в межах тренувальної зони шкали метаболітів, що підтвердило швидкісно-силовий характер роботи спортсменів на дистанції. Для обох тестувань виявлене уповільнення відновлення показників, яке можливо пояснити перенапругою обмінних реакцій юнацького віку.

Функціональна метаболічна система спортсменів на початку сезону визначена нестійкою. Виявлений високий ступінь мобілізації НЕЖК і недостатня їх утилізація через 15 хв. відпочинку після фінішу. Тобто до цього моменту ще не відбулося формування функції, спрямованої на забезпечення ефективного використання відносно рівня метаболітів споживаного кисню.

Об'ємні навантаження тренувальної програми на початку сезону здійснювали тренуючи ефект не розвитку аеробних функцій організму спортсменів, але економізації функцій в цей час ми не спостерігали. Так, зниження концентрації молочної кислоти в першому тестуванні (кінець сезону) через 15 хвилин відпочинку

від рівня накопиченої на фініші складало 113%, а в другому тестуванні (початок сезону) - 165%. Для концентрації сечовини, відповідно, 56% і 71%, НЕЖК - 58% і 65%. Такий стан функціональних метаболічних систем не міг забезпечити приросту спортивного результату, що підтвердили дані педагогічного контролю спортсменів на дистанції (час проходження тестової змагальної дистанції 2000 м на початку сезону був на 10-12 с повільніший, чим в кінці сезону).

Головне педагогічне завдання при виконанні тренувальної роботи в спеціальному режимі (№4) полягає в комплексній реалізації спеціальних фізичних якостей на середніх змагальних дистанціях, підвищенні ПАНО і розвитку спеціальної витривалості, що являється базовою для переходу до виконання до виконання великих навантажень високої інтенсивності. Параметри педагогічних критеріїв відповідають чи близькі змагальним, а показники біоенергетики характеризуються сполученим використанням в роботі вуглеводних, ліпідних і білкових субстратів.

При виконанні змагальних режимів ґрунтувалися на наступних положеннях:

1. Наявність в програмі змагань дистанцій 200м, 500м, 1000м, 5000м, 10000м.

2. Одним з головних напрямків вдосконалення навчально-тренувального процесу є індивідуалізація його складових.

3. Особливість структури змагальної діяльності полягає в тому, що при участі в змаганнях спортсмен проходить через сітку відбіркових і півфінальних заїздів.

У зв'язку з цим режим змагальних навантажень розділений на два піддіапазони.

1. Реалізаційний - моделювання змагальної діяльності і реалізація досягнутого рівня підготовленості на одній дистанції.

2. Змагальної витривалості - вироблення психологічної стійкості до тривалої змагальної діяльності і відпрацювання тактичних варіантів, моделі змагальної діяльності.

Запропоновані та охарактеризовані нами режими тренувальних і змагальних навантажень у веслуванні на байдарках і каное дозволяють індивідуалізувати тренувальний процес в річному циклі тренувань і на етапах багаторічної підготовки спортсменів з використанням комплексних обстежень. (В.И.Мелешко, А.В. Очеретный, Р.С. Нагирный, 1994).

Таблиця 1

Вміст молочної кислоти в крові при тренуванні "на витривалість" різного характеру

Характер тренування	Вміст молочної кислоти в крові, ммоль · л-1
Підвищує аеробну ефективність	2,0-4,0
Підвищує аеробну потужність	4,0-7,0
Розвиває анаеробну (гліколітичну)	Більше 7,0

роботоспроможність	

Таблиця 2

Швидкість бігу при стандартному рівні накопичення молочної кислоти в крові і максимальні значення її накопичення молочної кислоти в крові і максимальні значення її накопичення на фініші змагальних дистанцій для бігунів високої кваліфікації, що спеціалізуються в бігові на середні, довгі і наддовгі дистанції

Показники	Загальні дистанції, м							
	чоловіки					жінки		
	800	1500	5000	10000	42195	800	1500	3000
Швидкість бігу (м/с) при накопи- ченні молочної кислоти до 4мМ·л$^{-1}$	4,0-4,4	4,1-4,5	4,2-4,7	4,3-4,8	4,4-4,9	3,6-4,1	3,7-4,2	3,8-4,3
Рівень молочної кислоти на фініші, ммоль·л$^{-1}$	14-20	12-18	10-16	7-12	6-11	14-19	12-17	10-14

Таблиця 3

Вміст молочної кислоти крові у футболістів після спеціального 1-хвилинного тесту на різних станах підготовки (n=16)

Етап підготовки	Значення молочної кислоти в ммоль·л$^{-1}$, отримані після навантаження на:	
	3-й хвилині	15-й хвилині
Грудень	10,1	8,5
Квітень	14,2	12,1

Результати досліджень представлені в табл. 1.

Стандартне аеробне навантаження призвело до статистично достовірного зниження НЕЖК і Л ($p<0,05$) для групи дівчаток 10-12 років, стаж спортивних занять яких не перевищував півроку. У дівчаток 13 років визначене збільшення Л, що не перевищує значень ПАНО. Для дівчат 14 років (стаж занять 1-2 роки) виявлено зниження С і зростання ступеня закислення (підвищення Л на 20%). В групі дівчат 15-17 років запропоноване навантаження спричиняє зростання Л до 4,485±0,695мМ·л-1 ($p<0,1$).

Для групи хлопчиків 13 років визначене зниження НЕЖК в навантаженнях; для хлопчиків 14 років по аналогії з дівчатами виявлене зниження С при зростанні Л, але менш значне. Різна спрямованість метаболічних реакцій для хлопців і дівчат одного віку пояснюється відмінностями в розвитку фізичних якостей в залежності від статі і різним стажем занять веслування.

У юнаків 16-17 років (n=18, I розряд - КМС, стаж занять 2-4 роки) відмічені наступні біоенергетичні, метаболічні і функціональні відповіді на навантаження. При ЧСС нижче 120 уд.·хв-1: на 5-10% знижені С, Л і НЕЖК; зростання ЧСС на 40 уд.·хв-1; приріст артеріального тиску (рАД) на 50 мм рт.ст. за рахунок зростання систолічного АТ(↑АТс) і зниження діастолічного АТ (↓АТд). При ЧСС 120-140 уд.·хв-1:

зростання С на 10-15% на границі зон спокою і тренуючого ефекту (від 45 до 55мг%); достовірні зміни Л і НЕЖК в зоні спокою; приріст ЧСС на 50-55 уд.·хв-1; зростання рАТ на 50-70 мм рт.ст. (при ↑АТс і ↓АТд).

У дівчат 16 років (n=10, II-I розряд, стаж занять 2-4 роки) відмічені наступні результати. При ЧСС нижче 120 уд.·хв-1: на 10-15% знижені концентрації Л, С і НЕЖК в межах зони відновлювальної роботи; приріст ЧСС на на50-60 уд.·хв-1; зростання рАТ на 30 мм рт.ст. (при ↑АТс і ↓АТд). При ЧСС 120-140 уд.·хв-1: зростання Л на 30-35% (вище ПАНО) при відсутності змін С і НЕЖК в межах зони спокою; приріст ЧСС на 60-80 мм рт.ст. (при ↑АТс і ↓АТд).

Таблиця 7

Максимальна концентрація молочної кислоти в артеріальній крові після спринтерських (n=12)

Дистанція, м	Час подолання дистанції, с	Молочна кислота, ммоль·л$^{-1}$
40		4,5±0,2
50	6,2±0,2	6,8±1,6
100	11,3±0,3	8,9±1,3
100	10,8±0,1	8,1±0,8
200	22,8±0,4	15,1±1,8
400	50,9±0,6	162, ±2,3

Таблиця 8

Видові відмінності відношення маси серця до маси тіла і відносне Vo_2max

Ссавці	Відношення маси серця до маси тіла	Відносне Vo_2max, мл·хв$^{-1}$·кг$^{-1}$
Людина	0,3-0,5	40-85
Щур, пацюк	0,5-0,6	60-90
Собака	07,08	90-130
Кінь	0,8-1	110-160

[В.Л.Карпман, З.Б.Белоцерковский, Н.А.Гудков, 1988; В.С.Мищенко, 1990]

При ЧСС 160-180 уд.·хв-1: на 10-15% зростання концентрацій С і НЕЖК в зоні спокою (Відновлювальної роботи) і на 40-50% Л до рівня 5 мМ·л-1; приріст ЧСС на 80-110 уд.·хв-1; зростання рАТ на 100-120 мм рт.ст. при ↑АТс і ↓АТд.

У хлопців в 14 років (n=12, без розрядів, стаж занять до 1 року) отримані наступні результати. При ЧСС 140-160 уд.·хв-1: зростання НЕЖК на 5-10%, зниження С на 10-15%, індивідуальні коливання Л (±20%) в зоні спокою; приріст ЧСС на 60-80 уд.·хв-1; зростання рАТ на 50-70 мм рт.ст. (↑АТс і ↓АТд). При ЧСС 160-180 уд.·хв-1: зниження С на 10-15%, індивідуальні коливання НЕЖК (±5-10%) і Л (±20%); приріст ЧСС на 80-110 уд.·хв-1; зростання рАТ на 70-120 мм рт.ст. (↑АТс і ↓АТд).

У дівчат 13 років (n=8, без розрядів, стаж занять до 1 року) визначені наступні результати. При ЧСС 120-140 уд.·хв-1: відсутність значних змін С і НЕЖК, зростання Л на 10-15%; приріст ЧСС на 60-70 уд.·хв-1; зростання рАТ на 30-40 мм рт.ст. При ЧСС 140-160 уд.·хв-1: статистично достовірні індивідуальні коливання концентрацій С і НЕЖК (±10-15%), зростання Л на 10-15% (в межах зони спокою);

збільшення ЧСС на 70-80 уд.·хв-1; зростання рАТ на 40-50 мм рт.ст. при індивідуальній динаміці АТс і АТд.

Результати біохімічного контролю дозволяють індивідуалізувати тренувальний процес в мікро- і макроциклах.(В.И. Мелешко, Г.Н Шамардина, Е.В. Бондаренко, 1994; Г.Н. Шамардина, В.И. Мелешко, 1999)

Таблиця 4

Швидкість бігу (v, м·с-1) при різних рівнях накопичення молочної кислоти в крові (Л, ммоль·л-1) і споживання кисню (Vo2, % від Vo2max) у юних спортсменів

Вид спорту	Групи досліджу-ваних	Л=2,0		Л=4,0		Л=максимальний		
		V	Vo_2	V	Vo_2	V	Vo_2	Л
Біг на середні і довгі дистанції	Дівчата	3,0	62	3,7	78	4,7	100	10,4
	Юнаки	3,0	69	4,3	85	5,3	100	10,2
Веслування на байдарках	Дівчата	-	-	3,1	67	4,1	100	10
	Юнаки	-	-	3,5	66	5	100	10

Таблиця 5

Зміна м'язових метаболітів глікогену м'язів в широкому м'язі стегна (ммоль·кг$^{-1}$) при довгому спринті (30с) під впливом спринтерського тренування на протязі 8 тижнів

Показники	До тренування		Після тренування (8 тижнів)	
	В спокої	Після роботи, 300м	В спокої	Після роботи, 300м
Глікоген	310,2±42	214,5±46	346,1±56	256,1±38
Креатинфосфат	85,1±9	28±11	84,6±4.8	25,5±7
АТФ	26,5±3	19,2±10	24±2,5	17±5,6
Піровиноградна кислота	0,9±0,6	3,8±1,6	1±0,4	3,9±1,6
Молочна кислота	3,9±1	86±26	4,7±3,1	103,6±24,6

Таблиця 6

Відмінності в рівні молочної кислоти, pH крові і дефіциту O_2 при граничних навантаженнях тривалістю 60с, пов'язані із спрямованою підготовкою в довгому спринті

Показники	Стайєри	Спринтери
Дефіцит O_2, мл кг$^{-1}$	41	56
Молочна кислота,ммоль·л$^{-1}$	12,5	16,7
pH крові	7,175	7,055

Оцінка аеробної роботоспроможності юних веслярів в етапному контролі велоергометричними пробами (M≠m)

Вік	Стать	n	Неетерифіковані жирні кислоти, НЕЖК, мекв.· $л^{-1}$		Сечовина, С, мг % ($1мМ·л^{-1}$=6,25мг%)		Молочна кислота (La - лактат), Л, $1мМ·л^{-1}$	
			До навантаження	Після навантаження	До навантаження	Після навантаження	До навантаження	Після навантаження
10-12 років	Хл.	20	0,72±0,027 P<0,001	0,726±0,031 P<0,001	43,46±3,21 P<0,02	3,414±0,349 P<0,001	3,414±0,349 P<0,05	3,463±0,268 P<0,02
	Д.	6	0,737±0,054 P<0,02	0,682±0,044 P<0,02	40,4±1,6 P<0,01	35,72±0,42* P<0,0	3,073±0,685 P<0,2	2,858±0,617 P<0,2
13 років	Хл.	26	0,714±0,037 P<0,001	0,684±0,028 P<0,001	38,99±4,56 P<0,1	38,68±2,09 P<0,02	3,284±0,3 P<0,2	3,552±0,326 P<0,05
	Д.	8	0,728±0,042 P<0,01	0,733±0,076 P<0,1	43,32±6,04 P<0,2	43,49±7,76 P<0,2	3,468±0,345 P<0,05	3,72±0,441 P<0,1
14 років	Хл.	21	0,678±0,022 P<0,001	0,678±0,021 P<0,001	41,35±3,47 P<0,05	39±3,35 P<0,05	3,348±0,272 P<0,05	3,586±0,423 P<0,2
	Д.	12	0,69±0,034 P<0,01	0,682±0,041 P<0,01	47,06±5,51 P<0,1	41±5,87* P<0,2	3,073±0,2 P<0,05	3,671±0,696* P<0,2
17 рок	Хл.	23	0,734±0,025 P<0,001	0,737±0,033 P<0,001	47,17±3,09 P<0,01	45±3,39 P<0,02	3,725±0,356 P<0,05	3,777±0,359 P<0,05

	Д.	17	0,729±0,052 P<0,01	0,707±0,031 P<0,001	41,18±2,58 P<0,01	40,06±2,98 P<0,01	3,57±0,483 P<0,2	4,485±0,695 P<0,2

* - статистично достовірні відмінності

Критерії відбору перспективних спортсменів

Оцінка індивідуальних можливостей і виявлення перспективних спортсменів в сучасних умовах спорту вищих досягнень набувають особливого значення, сприяючи підвищенню ефективності тренувального процесу. Типова європейська система селекції звичайно включає в себе три блоки. В перший блок включаються показники, що дозволяють оцінити спеціальні здібності спортсменів: характер попередньої спортивної підготовки, темпи становлення спортивної майстерності, рівень спеціальної сили та рівень специфічних для виду спорту здібностей (точність диференціювання зусиль і антропометричні характеристики).

Другий блок показників характеризує стійкість психо-фізіологічних функцій спортсмена до фізичних навантажень як до збиваючого фактору.

В третій блок включені показники, що характеризують властивості кисневотранспортної системи і робото спроможності спортсмена: рівні аеробної потужності, анаеробної ємності, економічності і рухливості кисневотранспортної системи, значення максимальної механічної потужності в 15-секундному, 1-хвилинному і 4-хвилинному тестах, інші біоенергетичні критерії, тощо.

Для оцінки аеробної роботоспроможності юних веслувальників (веслування академічно і на байдарках) використовували велоергометричні навантаження (PWC_{170}). Термін тестування: листопад - грудень, 16.00-18.00 годин. Час роботи (після розминки) - 3 хвилини. Темп педалювання - 60 обертів за хвилину. Так як при цьому спостерігається максимальний коефіцієнт корисної дії. Потужність роботи у ватах за хвилину на 1 кг маси тіла по віковим групам: для 10-12 років - 1, для 13-14 років - 1,5, для 15-17 років - 2 Вт/хв·кг$^{-1}$. Визначали частоту серцевих скорочень (ЧСС), артеріальний тиск (АТ), концентрації молочної кислоти (La=Л), сечовини (С) і неетерифікованих жирних кислот (НЕЖК) сироватки крові в спокої і через 3 хвилини після стандартних навантажень.

Характеристики енергетики, критерії біохімічного контролю						
ЧСС, удари за хвилину	Vo_2max, %	Лактат, мМ·л$^{-1}$	Сечовина, мМ·л$^{-1}$	НЕЖК, мекв·л$^{-1}$	Білок, г·л$^{-1}$	Сечова кислота, мМ·л$^{-1}$
Згідно моделі змагальної діяльності.						
Згідно моделі змагальної діяльності.						
	До 50%	До 4	8-12		100-120	0,51-0,71
	До 70%	До 5	12-17		100-120	0,51-0,71
180-200	70-90	8-16	8-12		80-100	До 0,51
170-180	70-90	8-12	12-17		80-120	0,32-0,51
170-180	80-100	6-8	8-12	Більше 1	80-100	До 0,51
160-170	70-80	До 5	12-17	До 1	100-120	До 0,71
160-170	75-80	До 4	8-12	Більше 1	80-100	0,32-0,51
150-160	75-85	До 4	До 7	Більше 1		

90-140	50-70	2-3	До 4	До 1		

КРИТИЧНІ ТОЧКИ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПЕРЕВАЖНО АЕРОБНОЇ СПРЯМОВАНОСТІ і можливості класифікації таких навантажень.

1. Точка ПАНО-1

1) Визначається потужністю навантаження, при якому розпочинається істотний (експотенціальний) приріст [лактату] у порівнянні з вихідним рівнем спокою.

2) точка досягнення концентрації [лактату] крові 4 мМ·л-1.

3) Інтенсивність зростання концентрації [лактату] в крові, що оцінюється по досягненню певного кута (біля 33°) кривої його зростання.

4) Потужність навантаження, при якій досягається найбільш низький вентиляційний еквівалент O2, тобто відношення хвилинного об'єму хвилинного споживання кисню (VO2).

5) Наступні три умови: початок стійкого підвищення pO2 при відсутності зниження pCO2 і досягнення газообмінним співвідношенням (дихальним коефіцієнтом) величини 0,9-0,95.

Потужність (швидкість) ПАНО-1 визначається в ступенево зростаючих навантаженнях в легкій атлетиці. Рівномірний біг по 4 хвилини зі швидкість: 3 м/с, 3,5 м/с,

4 м/с, 4,5 м/с, 5м/с. Відпочинок між забігами - 3 хвилини. Концентрацію молочної кислоти визначали на 2 хвилині після пробігання кожного щабля навантажень. Визначали швидкість біг, при якому концентрація лактату [H+La] крові складала 3 ммоль · л-1 (аеробний поріг АП-2) і 4 ммоль · л-1 (ПАНО-1). В цьому діапазоні найбільш ефективно тренується загальна аеробна витривалість.

Режим тренувальних і змагальних навантажень у веслуванні на байдарках і каное (В.І. Мелешко, О.В. Очеретний, Р.С. Нагірний)

Режим и	Піддіапазони Режимів, якості, що розвиваються	Педагогічні характеристики				
		Потужність роботи, % від змаг. N	Зусилля на веслі, % від змаг. F	Довжина відрізку чи інтервалу	Інтервали відпочинку	Методи
Змагальний (режим №7)	Змагальної витривалості	Максимальна	Максимальне	За програмою змагань	Згідно регламен-ту змагань	Змагальний
	Реалізаціонний	Максимальна	Максимальне	Одноразп. проходження дист.	До повного відновлен-ня	Змагальний
Швидкісно-силовий (режим №6)	Максимальна бистрота, сила	Більше 100%	Більше 100%	До 10 секунд	До повного відновлен-ня	Повторний
	Швидкісна сила	Більше 100%	Більше 100%	До 30 секунд	До повного відновлен-ня	Повторний
Спеціально-швидкісний (режим №5)	Швидкісна витривалість	Біля 100%	90-100%	30 с - 3хв.	Недовідновлення	Інтервальний, повтор-ний
	Швидкісно-силова дистанційна витривалість	Біля 100%	90-100%	30 с - 2 хв.	15 с - 2 хв.	Інтервальний, повтор-ний
Спеціальний (режим №4)	Спеціальна витривалість	85-95%	90-100%	6-10хв., 10-15хв.	2 - 5 хв.	Повторний перемінний
Аеробно-силовий (режим №3)	Анаболічно-аербоний	90-100%	Більше 100%	30 с - 15 хв.	30 с - 10 хв.	Перемінний, повторний з обтяжен-нями

	Силова витривалість	65-75%	80-90%	2 - 5 хв.	1 - 5 хв.	Перемінний, повторний, інтервальний
Базовий (режим №2)	Спеціальна аеробна витривалість	65-75%	60%	До 3 годин	5 - 15 хв.	Повторний, рівномірний
Відновлю-вальний (режим №1)	Впрацьовування, відновлення, засоби тренування гомеостазу					Рівномірний

Критичні точки навантажень переважно аеробної спрямованості і можливості класифікації таких навантажень.

2. Точка декомпенсованого метаболічного ацидозу (дкма) чи ПАНО$_2$

- Вона настає пізніше, чим ПАНО$_1$, при більшій інтенсивності навантаження на фоні підвищення рівня лактату в артеріальній крові і характеризується початком зниження pH крові, тобто зростання в ній концентрації [H^+].

- При цьому вплив лактату, який надходить в артеріальне русло з м'язів, вже не може бути компенсований за рахунок його перерозподілу, буферування і утилізації. Внаслідок цього починають зростати явища метаболічного ацидозу.

- В основу побічних критеріїв визначення цієї точки можуть бути покладені ознаки початку реакції дихальної компенсації метаболічного ацидозу. Її ознакою являється початок зниження вентиляційного еквіваленту CO_2 (співвідношення хвилинного об'єму видихувального повітрям до об'єму виділеного CO_2 - VCO_2).

3. ВЕРХНЯ ТОЧКА ДІАПАЗОНУ АЕРОБНО-АНАЕРОБНОГО ПЕРЕХОДУ

Вона характеризується найбільшою інтенсивністю навантаження, при якій ще може бути підтриманий баланс утворення лактату в м'язах і його утилізації в організмі. Частіше цей діапазон знаходиться в межах концентрації [лактату] в артеріальній крові біля 4-6 ммоль·л$^{-1}$.

4. ТОЧКА КРИТИЧНОЇ ПОТУЖНОСТІ НАВАНТАЖЕННЯ - Wкр.

Вона характеризується найменшою потужністю роботи, при якій вже досягається максимальне споживання кисню (Vo_2max).

Біохімічні критерії нахилу/схильності (предрасположенности - рос.) до занять ФКІ С.

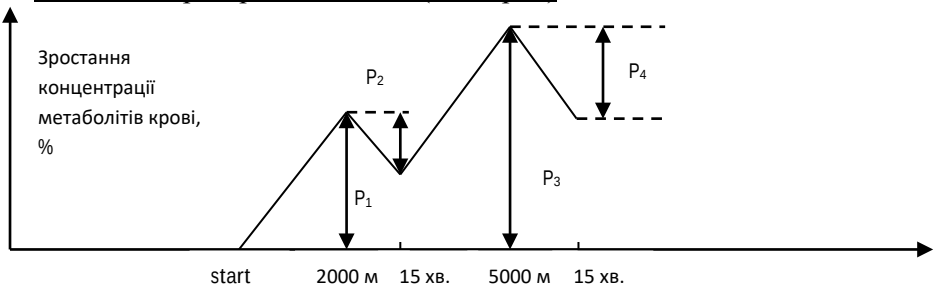
І. Критерії "перспективності" в спорті.

1. Кількість лейкоцитів, еритроцитів, тромбоцитів, еозинофілів, нейтрофілів, моноцитів, лімфоцитів.
2. Концентрації різних фракцій ліпідів.
3. Активність ферментів: пероксидоза, лужної фосфатази, цитахрому С, ЛДІ (лактатдегідрогенази), СДГ (сукцинатдегідрогенази), ГФДГ (гліцерофосфатдегідрогеназа),Р-6-ФДГ (глюкозо-6-фосфатдегідрогенази), МДГ (малатдегідрогенази).

Веслування на байдарках (група А - найкращі): приріст концентрацій метаболітів крові спортсменів (мужчини) в % після проходження 15 км аеробної роботи на рівні Vo_2max (максимальне споживання кисню)

	Δ[НЕЖК]	$\Delta[H^+La^-]$	$\Delta[Ca^{2+}]$
Стайєри (1 км, 10 км)	+(15,29-17,19%)	+(0,5-14,2%)	-(13,5-40,4%)
Спринтери (200 м, 500 м)	+(3,1-3,7%)	+(26,2-84,9%)	-(62,5-80,3%)

Біохімічні критерії схильності (байдарки)



1. (P_3-P_1) - стійкість енергозабезпечення.

2. Сума Р(ΣР) - адекватність навантаження функціональними можливостями організму.
3. (P_1+P_3) - ефективність енергозабезпечення.
4. (P_2+P_4) - показник ступеня відновлення.
ΣР: "+" = адекватний, "-" = неадекватний вплив навантаження на функціональні можливості організму.
P_1+P_3: "-" і "0=нуль" - неефективний, "+" - ефективний характер енергозабезпечення
P_2+P_4: "+" - недовідновлення, "0=нуль" - повне відновлення, "-" = суперкомпенсація.

ВЕРХНЯ ТОЧКА ДІАПАЗОНУ АЕРОБНО-АНАЕРОБНОГО ПЕРЕХОДУ

Ступенево зростаюче навантаження в плаванні

Необхідно пропливти 4х400м стилем "криль".
1. Перші 400 метрів при ЧСС 130-140 уд/хв. ВІдпочинок - 3 хвилини.
2. 2х200 метрів. Кожен відрізок при ЧСС 150-160 уд/хв, з інтервалом 40 секунд. Відпочинок - 3 хвилини.
3. 4х100 метрів. Відрізки при ЧСС 170-180 уд/хв з інтервалами 20 секунд. Відпочинок - 40 секунд.

Концентрацію лактату [H^+La^-] крові визначали на другій хвилині відпочинку після пропливання кожного ланцюга (сумарно 400 метрів) навантаження, вираховували швидкість плавання при [H^+La^-] крові 4 і 6 ммоль · $л^{-1}$.

В режимі ПАНО-1 - $ПАНО_2$ розвиваються: силова витривалість, швидкісна сила, планується анаболічний піддіапазон чи аеробний піддіапазон розвитку сили, спеціальна витривалість.

[H^+La^-] крові, мМ/л	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	**4**
Швидкість плавання, м/с	1,27	1,37	1,42	1,46	1,49	1,51	1,54	1,55
[H^+La^-] крові, мМ/л	4,5	5	5,5	**6**	6,5	7	7,5	8
Швидкість плавання, м/с	1,57	1,58	1,6	1,61	1,62	1,63	1,64	1,65

ЛІТЕРАТУРА

1. Артемова Э. К. Биохимия: [Учебное пособия для самостоятельной работы студентов институтов физической культуры]/Э. К. Артемова, - Москва: Физкультура и спорт, 2006: - 72с.
2. Безуглов Э. Н. Мониторинг функционального состояния футболистов высокой квалификации в течение соревновательного сезона/Э. Н. Безуглов, Ю. А. Красножан, Е. А. Стукалов. - Режимдоступа: footballmed.com/artikles/95_monitoring_the_functional_state_of_skilled_players_during_the_competitive_season.html
3. Биохимия: [учебник для институтов физической культуры]/под ред. Н. Н. Яковлева. - Москва: Физкультура и спорт, 1974. - 333с.
4. Биохимия: [учебник для институтов физической культуры]/под ред. В. В. Меньшикова, Н. И. Волкова. - Москва: Физкультура и спорт, 1986. - 384с.
5. Биохимия мышечной деятельности: [учебник для студентов высших учебных заведений физического воспитания и спорта]/Н. И. Волков, Э. Н. Несен, А. А. Осипенко, С. Н. Корсун. - Киев: Олимпийская литература, 2000. - 504с.
6. Боєчко Ф. Ф. Основні біохімічні поняття, визначення і терміни: [навчальний посібник]/Ф. Ф. Боєчко, Л. О. Боєчко. - Київ: Вища школа, 1993. - 528с.
7. Большевый В. Н. Использование лактата крови для управления учебно-тренировочным процессом: [методические рекомендации]/В. Н. Большевый, Г. В. Шутко. - М.: ЦС ВФССО «Динамо», 1988. - 40с.
8. Булич Э. Г. Здоровье человека/Э. Г. Булич, Н. В. Муравов. - Киев: Олимпийская литература, 2003. - 424с.
9. Быщевский А. Ш. Биохимия для врачей: [учебник]/А. Ш. Быщевский, О.А. Терсенов. - Екатеринбург: Уральский рабочий, 1994. - 383с.

10. Вилкинсон Д. Принципы и методы диагностической энзимологии/Д. Вилкинсон. - Москва: Медицина, 1981. - 624с.
11. Вілмор Дж. Х. Фізіологія спорту/Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костіл. - Київ: Олімпійська література, 2003. - 656с.
12. Волков В. М. Предсоревновательная подготовка спортсмена: [учебное пособие]/В. М. Волков, А. В. Ромашов. - Смоленск: СГИФК, 1991. - 107с.
13. Волков Н. И. Тесты и критерии для оценки выносливости спортсменов: [учебное пособие для слушателей Высшей школы тренеров ГЦОЛИФКа]/Н. И. Волков. - Москва: ГЦОЛИФК, 1989. - 44с.
14. Вороніна Л. М. Біохімічна хімія: [підручник]/Л. М. Вороніна, В. Ф. Денесенко, Н. М. Мадієвська та ін. - Харків: Основа; Видавництво НФАУ, 2000. - 608с.
15. Ганчар И. Л. Методика преподования плавання: технологи обучения и совершенствования/И. Л. Ганчар. - ЧП: Учебник. - Одесса: Друк, 2006. - 696с.
16. Гарбарець Б. О. Біохімія: [збірник задач і вправ]/Б. О. Гарбарець, І. Ф. Мищишен, В. К. Кухта. - Київ: Вища школа, 1993. - 170с.
17. Гонський Я. І. Біохімія людини: [підручник]/Я. І. Гонський, Т. П. Максимчук. - Тернопіль: Укрмедкнига, 2001. - 736с.
18. Горячковский А. М. Справочное пособие по клинической биохимии/А.М. Горячковський. - Одесса: ОКФА, 1994. - 416с.
19. Губський Ю. І. Біохімічна хімія: [підручник]/Ю. І. Губський. - Вінниця: Нова книга, 2007. - 656с.
20. Гунина Л. М. Лабораторный контроль и углубленное медико-биологическое исследование в спорте: [Семинар повышения квалификации тренеров]/Л. М. Гунина. - Киев: НУФВСУ, 2013. - 63с. Режим доступа: www.twirpx.com /files/physical_training/pharmacology/
21. Давыдов В. Ю. Биохимический контроль в подготовке высококвалифицированных пловцов: [методические

рекомендации]/В.Ю. Давыдов, А. А. Букреева, Л. П. Игнатьева, В. И. Саввин. - Волгоград: ВГИФК, 1992. - 28с.
22. Данилова Л. А. Анализы крови и мочи/Л. А. Данилова. - Москва: Салит-Медкнига, 2003. - 128с.
23. Дубовский В. И. Лечебная физкультура и врачебный контроль/В. И. Дубовский. - Москва: Медицинское информационное агентство, 2006. - 600с.
24. Ершов Ю. А. Общая биохимия и спорт: [учебное пособие для вузов]/Ю.А. Ершов. - Москва: МГУ, 2010. - 368с.
25. Эндокринная система, спорт и двигательная активность/[под ред. Уильяма Дж. Кремера, Алана Д. Рогола]. - Киев: Олимпийская литература, 2008. - 602с.
26. Земцова І. І. Практикум з біохімії спорту: [навчальний посібник для вищих навчальних закладів спортивного профілю]/І. І. Земцова, С. А. Олійник. - Київ: Олімпійська література, 2010. - 184с.
27. Земцова І. І. Спортивна фізіологія/І. І. Земцова. - Київ: Олімпійська література, 2008. - 208с.
28. Иванов В. В. Комплексный контроль в подготовке спортсменов/В. В. Иванов. - Москва: Физкультура и спорт, 1987. - 256с.
29. Игнатьева Л. П. Биохимические основы спортивной роботоспособности: [учебное пособие]/Л. П. Игнатьева, А. А. Герасимова, Т. П. Чуксеева.- Волгоград: Волгоградская правда, 1987. - 88с.
30. Измайлова Н. Как читать анализы крови, мочи и кала. Домашний справочник/Н.Измайлова. - Москва: Астрель, 2012. - 192с.
31. Ісаєнко В. М. Екологічна біохімія/В. М. Ісаєнко, В. М. Войцицкий, Ю. Д. Бабенюк, С. В. Хижняк, В. М. Ільїн, С. А. Олійник. - Київ: Книжкове видавництво НАУ, 2005. - 440с.
32. Йордачкая Ф. А. Мониторинг здоров’я и функциональная подготовленность высококвалифицированных спортсменов в

процес се учебно-тренировочной работы и соревновательной деятельности/Ф. А. Йордацкая. - Москва: Советский спорт, 2006. - 184с.
33. Калинский М. Н. Биохимия мышечной деятельности/М. Н. Калинский, В.А. Рогозкин. - Киев: Здоровья, 1989. - 144с.
34. Карпман В. Л. Тестирование в спортивной медицине/В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, Н. А. Гудков. - М.: Физкультура и спорт, 1988. - 208с.
35. Клиническая биохимия/[под.ред. В. А. Ткачука]. - Москва: ГЕОТАР-Медиа, 2002. - 360с.
36. Клиническая биохимия: учебное пособие/[А. Я. Цыганенко, В. Н. Жуков, В. В. Мясоедов, Н. В. Завгородний]. - Москва: Триада-Х, 2002. - 504с.
37. Лашко В. П. Подготовка пловцов высокой квалификации в условиях середнегорья/В. П. Лашко, В. А. Астахов, Ю. А. Вдовиченко. - Днепропетровск: ДГИФК, 1992. - 18с.
38. Лифшиц В. М. Биохимические анализы в клинике: [справочник]/В. М. Лифшиц, В. И. Сидельникова. - Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета, 1996. - 280с.
39. Макарова Г. А. Лабораторные показатели в практике спортивного врача: [Справочное руководство]/Г. А. Макарова, Ю. А. Холявко. - Москва: Советский спорт, 2006. - 148с.
40. Марри Р. Биохимия человека: [учебник]/Р. Марри, Д. Греннер, П. Майес, В. Родуєлл, Т1. - Москва: Мир, 1993. - 384с.
41. Марри Р. Биохимия человека: [учебник]/Р. Марри, Д. Греннер, П. Майес, В. Родуєлл, Т2. - Москва: Мир, 1993. - 415с.
42. Маршалл В. Дж. Клиническая биохимия/В. Дж. Маршалл. - Москва-СПб.: «Издательство БИНОМ» - «Невский Диалект», 1999. - 368с.
43. Медведев В. В. Клиническая лабораторная диагностика: Справочник для врачей/В. В. Медведев, Ю. З. Волчек; [под.ред. В. А. Яковлева]. - СПб: Гиппократ, 2006. - 360с.

44. Медико-біологічне забезпечення підготовки спортсменів збірних команд України з олімпійських видів спорту/[О. А. Шинкарук, О. М. Лисенко, Л.М. Гуніна та ін.]; за заг. ред. О. А. Шинкарук. - Київ: Олімпійська література, 2009. - 144с.
45. Мелешко В. І. Біохімічні зміни в організмі спортсменів при заняттях різними видами спорту: [методичні вказівки]/В. І. Мелешко. - Дніпропетровськ: ДДІФКіС, 2010. - 84с.
46. Мелешко В. И. Биохимическая интерпретация зон относительной мощности в курсах «биохимия спорта» и «физиологические основы физической культуры»/В. И. Мелешко, Е. В. Бондаренко, В. Н. Шамардин//Материалы 19 итоговой методической конференции ДГИФКиС [Пути совершенствования профессионально-педагогической подготовки студентов], (Днепропетровск, 12 мая 1995 г.). - Днепропетровск: ДГИФКиС, 1995. - С. 37-44.
47. Мелешко В. И. Биохимический контроль в аэробной роботе гребцов высшей квалификации/В. И. Мелешко, В. Н. Шамардин// Материалы 18 итоговой методической конференции ДГИФКиС [Совершенствование методов и форм учебно-тренировочного и воспитательного процессов], (Днепропетровск, 12 мая 1994 г.).- Днепропетровск: ДГИФКиС, 1994. - С. 55-58.
48. Мелешко В. И. Биохимический контроль в спортивной деятельности бадминтонистов: [методические рекомендации]/В. И. Мелешко, Л. В. Лаврова, Н. С. Пешехонов. - Днепропетровск: ДГИФК, 1989. - 10с.
49. Мелешко В. И. Биохимический контроль как критерий отбора перспективных спортсменов / В. И. Мелешко, В.Н.Шамардин, Г.Н.Шамардина /Актуальні проблеми розвитку фізичної культури і спорту на межі XXI століття: Збірник наукових праць. - Дніпропетровськ: УДХТУ. - 1998. - С. 88-92.
50. Мелешко В. И. Индивидуализация специальной физической подготовки квалифицированных гребцов на байдарках и каноэ/В. И. Мелешко, А. В. Очеретный, В. Н. Шамардин, Е. В.

Бондаренко//Гребной спорт. - Днепропетровск: СОК. - 1994. - №1. - С. 11-14.
51. Мелешко В. І. Індивідуалізація спеціальної фізичної підготовки кваліфікованих веслярів на байдарках і каное/В. І. Мелешко, Л. М. Мелешко, А. В. Очеретний, В. П. Рузанов//Спортивний вісник Придніпров'я. - 2001. - С. 30-34.
52. Мелешко В.И. Некоторые возможности биохимического контроля в спортивной практике /В. И.Мелешко, Г.Н.Шамардина, Е.В. Бондаренко //Материалы итоговой 18 методической конференции ДГИФКиС [Совершенствование методов и форм учебно-тренировочного и воспитательного процессов], (Днепропетровск, 12 мая 1994 г.).- Днепропетровск: ДГИФКиС, 1994. - С. 36-46.
53. Мелешко Віктор. Оптимізація навчально-тренувального процесу футболістів параолімпійської збірної команди України/Віктор Мелешко, Сергій Овчаренко//Спортивний вісник Придніпров'я. - 2004. - №5. - С. 41-44.
54. Мелешко В. И. Оптимизация режимов тренировочной в гребле на байдарках и каноэ/В. И. Мелешко, А. В. Очеретный, Р. С. Нагирный//Гребной спорт. - Днепропетровск: СОК. - 1994. - №1. - С. 8-10.
55. Мелешко В. И. Оценка функционального состояния гребцов-академистов методами биохимического контроля/В. И. Мелешко, В. М. Пчелов//Спортивний вісник Придніпров'я. - 1999. - С. 21-24.
56. Мелешко В. И. «Стресс-реакция» у гребцоввысшей квалификации при объемных нагрузках на уровне МПК/В. И. Мелешко//Материалы 18 итоговой методической конференции ДГИФКиС [Совершенствование методов и форм учебно-тренировочного и воспитательного процессов], (Днепропетровск, 12 мая 1994 г.). - Днепропетровск: ДГИФКиС, 1994. - С. 47-55.

57. Мелешко В. І. Циркадні ритми метаболічних систем як показник етапу організму спортсмена/В. І. Мелешко, В. П. Рузанов//Спортивний вісник Придніпров'я. - 2001. - С. 20-25.
58. Меньшиков В. В. Биохимия: [учебник]/В. В. Меньшиков, Н. И. Волков. - Москва: Физкультура и спорт, 2006. - 384с.
59. Метаболизм в процессе физической деятельности/[под ред. М. Хавгривса]. - Киев: Олимпийская литература, 1998. - 288с.
60. Михайлов С. С. Спортивная биохимия: Учебник для вузов и колледжей физической культуры/С. С. Михайлов. - Москва: Советский спорт, 2011. - 220с.
61. Мищенко В. С. Функциональные возможности спортсменов/В. С. Мищенко. - Киев: Здоровья, 1990. - 280с.
62. Мороз А. С. Медична хімія: [підручник]/А. С. Мороз, Д. Д. Луцевич, Л. П. Яворська. - 2-ге вид., стереотип. - Вінниця: Нова книга, 2008. - 775с.
63. МоханРон. Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки/РонМохан, Майкл Глессон, Пауль Л. Гринхафф. - Киев: Олимпийская литература, 2001. - 296с.
64. Назаренко Г. Н. Клиническая оценка результатов лабораторных исследований/Г. Н. Назаренко, А. А. Кишкун. - Москва: Медицина. - 2000. - 544с.
65. Никулин Б. А. Биохимический контроль в спорте: [научно-методическое пособие]/Б. А. Никулин, Н. Н. Родионова. - Москва: Советский спорт, 2011. - 232с.
66. Никулин Б. А. Пособие по клинической биохимии/Б. А. Никулин. - Москва: ГЕОТАР-Медиа, 2007. - 250с.
67. Осипенко Г.А. Основи біохімії м'язової діяльності/Г. А. Осипенко. - Київ: Олімпійська література, 2007. - 200с.
68. Пирогова Е. А. Влияние физических упражнений на работоспособность и здоровье человека/Е. А. Пирогова, Л. Я. Иващенко, Н. П. Страшко. - Киев: Здоровье, 1986. - 152с.

69. Подготовка сильнейших легкоатлетов мира/Ф. П. Сустов, Г. Н. Максименко, В. П. Никитушкин и др. - Киев: Здоров'я, 1990. - 208с.
70. Подтергеря В. Г. Оценка функционального состояния гребцов-академистов методами биохимического контроля/В. Г. Подтергеря, В. И. Мелешко, Е. В. Бондаренко//Материалы 19 итоговой методической конференции ДГИФКиС [Пути совершенствования профессионально- педагогической подготовки студентов], (Днепропетровск, 12 мая 1995 г.). - Днепропетровск: ДГИФКиС, 1995. - С. 37-44.
71. Рогозкин В. А. Биохимическая диагностика в спорте/В. А. Рогозкин. - Ленинград: ГДОНФК им. П. Ф. Лесгафта, 1988. - 50с.
72. Рогозкин В. А. Методы биохимического контроля в спорте/В. А. Рогозкин. - Ленинград: Наука, 1990. - 156с.
73. Розенгарт Е. В. Слюна как объект биохимического контроля в спорте/Е. В. Розенгарт, С. С. Михайлов//Ученые записки университета имени П. Ф. Лесгафта. - 2008. - №6 (40). - 30 июня 2008. - С. 57-61.
74. Солодков А. С. Физиология человека: общая, спортивная, возрастая/А. С. Солодков, Е. Б. Сологуб. - Москва: Олимпия-Пресс, 2005. - 528с.
75. Смирнов М. Р. Связь основных параметров беговой нагрузки с энергетическим метаболизмом/М. Р. Смирнов//Теор. и практ. физ. культ. - 1990. - №7. - С. 18-26.
76. Спортивная медицина: практические рекомендации/[под ред. Р. Джексона]. - Киев: Олимпийская литература, 2003. - 284с.
77. Фетисова Т. В. Биохимия инфаркта миокарда/Т. В. Фетисова, Р. Л. Фромкис. - Киев: Здоровья, 1976. - 168с.
78. Хмелевский Ю. В. Основные биохимические константы в норме и при патологии/Ю. В. Хмелевский. - Киев: Здоровье, 2004. - 83с.
79. Хочачка П. Биохимическая адаптация/П. Хочачка, Дж. Сомер. - М.: Мир, 1988. - 568с.

80. Цепкова Н. К. Исследование параметров кислотно-щелочного равновесия крови в процессе углубленных медицинских обследований спортсменов: [методические рекомендации]/ Н. К.Цепкова. - М.: ВНКИФК, 1978. - 20с.
81. Шамардин В. Н. Медико-биологические основы спортивной тренировки футболистов/В. Н. Шамардин. - Днепропетровск: Пороги, 1998. - 134с.
82. Шамардин В. Н. Моделирование функциональной подготовленности футболистов высокой квалификации//В. Н. Шамардин, В. И. Мелешко//Материалы 19 итоговой методической конференции ДГИФКиС [Пути совершенствования професионально-педагогической подготовки студентов], (Днепропетровск, 12 мая 1995 г.). - Днепропетровск: ДГИФКиС, 1995. - С. 101-108.
83. Шамардин В. Н. Футбол: [учебное пособие]/В. Н. Шамардин, В. Г. Савченко. - Днепропетровск: Пороги, 1997. - 238с.
84. Шамардина Г. Н. Критерии отбора перспективных спортсменов/Г. Н. Шамардина, В. И. Мелешко//Спортивний вісник Придніпров'я. - 1999. - С. 46-48.
85. Ширковец Е. А. Управлениетренировкой пловців путемопределения зон мощности по лактатнойкривой/Е. А. Ширковец//Плавание: сборник. - М.: ФиС, 1988. - С. 79-85.
86. Явоненко Л. В. Біохімія/Л. В. Явоненко, Б. В. Явоненко. - Суми: Університетська книга, 2011. - 371с.
87. Яковлев Н. Н. Биохимия спорта/Н. Н. Яковлев. - Москва: Физкультура и спорт, 1974. - 288с.
88. Яковлев Н. Н. Химия движения: Молекулярные основы мышечной деятельности/Н. Н. Яковлев. - Ленинград: Наука, 1993. - 192с.
89. Ясен П. ЧСС, лактат и тренировка на выносливость/П. Ясен. - Мурманск: Тулома, 2006. - 160с.