

МІНІСТЕРСТВО УКРАЇНИ У СПРАВАХ СІМ'Ї, МОЛОДІ ТА СПОРТУ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І СПОРТУ УКРАЇНИ

**МЕДИКО-БІОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ  
ЗБІРНИХ КОМАНД УКРАЇНИ  
З ОЛІМПІЙСЬКИХ ВИДІВ СПОРТУ**

За загальною редакцією  
О. А. Шинкарук

Навчально-методичний посібник

КИЇВ  
ОЛІМПІЙСЬКА ЛІТЕРАТУРА  
2009

ББК 75.0  
М 42

*Схвалено Експертною радою з питань підготовки та участі спортсменів України в Олімпійських іграх для використання в навчально-виховному процесі спортсменів України (Протокол № 7 від 27 липня 2009 р.)*

Видано за фінансової підтримки Національного олімпійського комітету України

Авторський колектив:

*О. А. Шинкарук, О. М. Лисенко, Л. М. Гуніна, В. П. Карленко, І. І. Земцова, С. В. Олішевський, Л. О. Тайболіна, В. Є. Самуїленко, Р. В. Кропота, Б. Є. Очеретько, Г. Д. Гатілова, О. В. Колосова, Н. Л. Височіна, Н. В. Фокіна*

Рецензенти:

*В. М. Ільїн, доктор біологічних наук, професор, завідувач кафедри біології людини Національного університету фізичного виховання і спорту України;*

*Ю. О. Павленко, кандидат педагогічних наук, старший науковий співробітник, заступник директора Державного науково-дослідного інституту фізичної культури і спорту України;*

*Т. А. Федюшина, заступник директора департаменту олімпійського спорту Мінсім'ямолодьспорту*

Медико-біологічне забезпечення підготовки спортсменів збірних команд України з олімпійських видів спорту / [Шинкарук О. А., Лисенко О. М., Гуніна Л. М. та ін.]; за заг. ред. О. А. Шинкарук. — К.: Олімп. л-ра, 2009. — 144 с.: іл.

У навчально-методичному посібнику подано інформацію про зміст і організацію медико-біологічного контролю в процесі підготовки спортсменів збірних команд України, сучасні методи та діагностичну апаратуру, що використовуються під час тестування спортсменів в олімпійських видах спорту.

Для тренерів, спортсменів, науковців, спортивних лікарів.

**ББК 75.0**

© Шинкарук О. А., 2009

## **ЗМІСТ**

ПЕРЕДМОВА .....	5
<b>Розділ 1. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ: МЕТА, ВИДИ, ЗМІСТ І ПРИНЦИПИ .....</b>	<b>6</b>
ЕТАПНИЙ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ: СПРЯМОВАНІСТЬ, ЗАВДАННЯ, ЗМІСТ І МЕТОДИ .....	12
ПОТОЧНИЙ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ: СПРЯМОВАНІСТЬ, МЕТА, ЗМІСТ І МЕТОДИ В УМОВАХ НАВЧАЛЬНО-ТРЕНУВАЛЬНИХ ЗБОРІВ СПОРТСМЕНІВ ВИСОКОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ.....	16
ОПЕРАТИВНИЙ КОНТРОЛЬ: СПРЯМОВАНІСТЬ, ЗАВДАННЯ, МЕТОДИ Й ПОКАЗНИКИ .....	18
<b>Розділ 2. КОМПЛЕКС МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ТА ДІАГНОСТИЧНА АПАРАТУРА .....</b>	<b>21</b>
ОЦІНКА РЕАКЦІЇ КАРДІОРЕСПІРАТОРНОЇ СИСТЕМИ НА ФІЗИЧНІ ТЕСТОВІ НАВАНТАЖЕННЯ .....	25
ОЦІНКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ — СПРОМЕТРІЯ .....	42
ОСНОВНІ ЛАБОРАТОРНІ ПОКАЗНИКИ БІОХІМІЧНОГО І ГЕМАТОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ В СПОРТІ .....	48
Показники біохімічного гомеостазу крові .....	50
Показники гематологічного гомеостазу .....	59
МЕТОДИ ОЦІНКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ І ЇЇ РЕГУЛЯТОРНИХ МЕХАНІЗМІВ.....	66
КАРДІО-ЕКСПРЕС-ДІАГНОСТКА СТРУКТУРИ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СПОРТСМЕНІВ “D&K-TEST” .....	86
РАДІОТЕЛЕМЕТРИЧНА ПУЛЬСОМЕТРІЯ .....	99
УЛЬТРАЗВУКОВА ДЕНСИТОМЕТРІЯ .....	106
АНАЛІЗ СКЛАДУ ТІЛА .....	109
ОЦІНКА ІНДИВІДУАЛЬНИХ НЕЙРОДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ .....	112
ЕЛЕКТРОНЕЙРОМІОГРАФІЯ .....	115

ДОДАТКИ.....	120
<i>Додаток А.</i> Примірник анкети-погодження медико-біологічного обстеження спортсмена .....	120
<i>Додаток Б.</i> Типовий зміст висновків за результатами медико-біологічних обстежень спортсменів .....	121
<i>Додаток В.</i> Приклади висновків за результатами медико-біологічних обстежень .....	122
Тестові запитання .....	129
ПРО АВТОРІВ .....	143

## **ПЕРЕДМОВА**

Науково-методичне забезпечення підготовки спортсменів є одним із найважливіших факторів підвищення її ефективності. Суттєвою складовою науково-методичного забезпечення є формування та реалізація методики етапного, поточного та оперативного контролю ефективності адаптаційних реакцій на тренувальні та змагальні навантаження з метою корекції і оптимізації побудови різних структурних утворень тренувального процесу — мезоциклів, мікроциклів, занять.

Пропонований навчально-методичний посібник містить стислий матеріал, що розкриває основи медико-біологічного забезпечення спортсменів і його супроводження та дозволяє тренеру, спортивному лікарю, науковцю, спортсмену, студенту ефективно засвоїти поданий матеріал, проаналізувати його та застосувати в практичній діяльності в процесі підготовки спортсменів.

Посібник складається з двох основних розділів, 14 тем, додатків, тестових завдань. До кожної теми подано контрольні запитання та рекомендовану літературу. У розділі 1 розкрито основні положення комплексного, етапного, поточного, оперативного медико-біологічного контролю, спрямованість, умови та принципи їх проведення. В розділі 2 подано основні методи медико-біологічного контролю, що застосовують в лабораторних умовах та під час реальної тренувальної і змагальної діяльності, наведено приклади результатів обстежень спортсменів, їх інтерпретацію та застосування на практиці. Представлено сучасну діагностичну апаратуру, що використовується в процесі обстеження спортсменів збірних команд України. У додатках наведено приклади висновків, що формуються за результатами обстежень спортсменів, та рекомендації до корекції тренувального процесу.

Посібник ілюстровано рисунками, схемами та таблицями, які доповнюють та сприяють засвоєнню поданого матеріалу.

## Розділ 1

### **ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ: МЕТА, ВИДИ, ЗМІСТ І ПРИНЦИПИ**

Ефективність процесу підготовки спортсмена в сучасних умовах багато в чому обумовлена використанням засобів і методів комплексного контролю (етапного, поточного й оперативного) як інструменту управління, що дозволяє здійснювати зворотні зв'язки між тренером і спортсменом і на цій основі підвищувати рівень управлінських рішень під час їхньої підготовки.

Метою контролю є оптимізація процесу підготовки і змагальної діяльності спортсменів на основі об'єктивної оцінки різних сторін їхньої підготовленості і функціональних можливостей найважливіших систем організму. Ця мета реалізується за допомогою вирішення різноманітних приватних завдань, пов'язаних з оцінкою станів спортсменів, рівня їхньої підготовленості, виконання планів підготовки, ефективності змагальної діяльності тощо.

Об'єктом контролю в спорті є зміст навчально-тренувального процесу, змагальної діяльності, стан різних сторін підготовленості спортсменів (технічної, фізичної, тактичної тощо), їхня працездатність, можливості функціональних систем.

Особливе місце в системі контролю посідає медико-біологічний контроль.

Медико-біологічний моніторинг (контроль) — це безперервний процес вимірювань, що здійснюється в лабораторних та природних умовах тренувальної і змагальної діяльності.

Медико-біологічний контроль передбачає оцінку стану здоров'я, можливостей різних функціональних систем, окремих органів і механізмів, що несуть основне навантаження в тренувальній і змагальній діяльності. Необхідно розрізняти медичні обстеження та комплексний медико-біологічний контроль.

**Метою медичних обстежень** є одержання найбільш повної і всебічної інформації про стан здоров'я, фізичного розвитку, функціонального

стану організму спортсменів збірних команд України на основних етапах тренувального циклу підготовки.

**Метою комплексного медико-біологічного контролю** є оптимізація процесу підготовки і змагальної діяльності спортсменів на основі об'єктивної оцінки різних сторін їхньої підготовленості і функціональних можливостей найважливіших систем організму.

**Завдання комплексного медико-біологічного контролю:**

- комплексна діагностика та оцінка загальної і спеціальної фізичної працездатності спортсменів;
- визначення рівня резервних можливостей організму спортсмена з урахуванням етапів спортивної підготовки;
- визначення рівня функціональної підготовленості з урахуванням даних про стан здоров'я спортсменів, внесення корекції в індивідуальні плани підготовки;
- контроль ефективності змагальної діяльності;
- виконання параметрів планів спортивної підготовки, окремого тренувального заняття і їх корекція.

У процесі проведення медико-біологічного контролю необхідно:

1) визначити, що саме та до якого ступеня повинне бути розвинене в організмі спортсмена для досягнення максимальної спеціальної працездатності — це *контроль структури функціональних можливостей* із метою її подальшої корекції в процесі тренування;

2) знати засоби, що дозволяють забезпечити процес розвитку (становлення) спортивної форми спортсменів із найбільшою ефективністю в оптимальні (мінімальні) строки без втрат, пов'язаних із невідповідністю режиму навантажень адаптаційним можливостям організму — це *контроль ефективності процесу розвитку функціональних можливостей* із метою оптимізації довгострокової адаптації;

3) оцінити характер (спрямованість) і напруженість окремого тренувального навантаження з метою забезпечення запланованого тренувального ефекту — це *контроль реалізації параметрів навантажень у тренувальному занятті*, корекція їх у ході занять відповідно до індивідуальних темпів розвитку спроможностей спортсменів.

### **Основні принципи проведення комплексного медико-біологічного контролю:**

1) регулярність і однакові строки протягом усього олімпійського циклу, при цьому обов'язковим є проведення обстеження в строки, які відповідають заключному етапу підготовки до головних змагань року, що дозволяє оцінити ефективність підготовки і вчасно внести відповідні корективи;

2) поєднання обстежень у лабораторних умовах і безпосередньо в умовах тренувального процесу із застосуванням специфічних для кожного виду спорту навантажень, що дозволяє оцінити як загальну, так і спеціальну тренованість;

3) комплексна методика обстеження, що включає стандартні методи, котрі охоплюють основні фізіологічні системи, функціональні проби та додаткові методи залежно від специфіки виду спорту і особливостей його впливу на організм;

4) однакові методики, час і умови обстеження: проміжок часу між останнім тренуванням і обстеженням, нормальний режим і достатній відпочинок;

5) виключення захворювань і перенапруження під час обстеження.

Під час проведення комплексних медико-біологічних обстежень з участю спортсменів дуже важливо дотримуватися розробленої “Програми комплексного біологічного дослідження особливостей функціональних можливостей спортсменів”, а також законодавства України про охорону здоров'я і Гельсінкської декларації, що стосується участі людей у медико-біологічних дослідженнях. Спортсмену необхідно пояснити зміст та значущість результатів комплексного біологічного обстеження для подальшої індивідуальної корекції тренувального процесу, а також отримати його згоду на оприлюднення отриманих результатів комплексного обстеження серед тренерського і лікарського складу спортивної команди. З цією метою було розроблено спеціальну “Анкету-погодження” (Додаток А).

У практиці спорту застосовують три види контролю — етапний, поточний та оперативний, кожний з яких виконує певні функції на певному етапі підготовки спортсмена (рис. 1).

Показники, що використовуються в процесі згаданих видів медико-біологічного контролю, повинні забезпечувати об'єктивну оцінку стану спортсмена, відповідати віковим, статевим, кваліфікаційним особли-





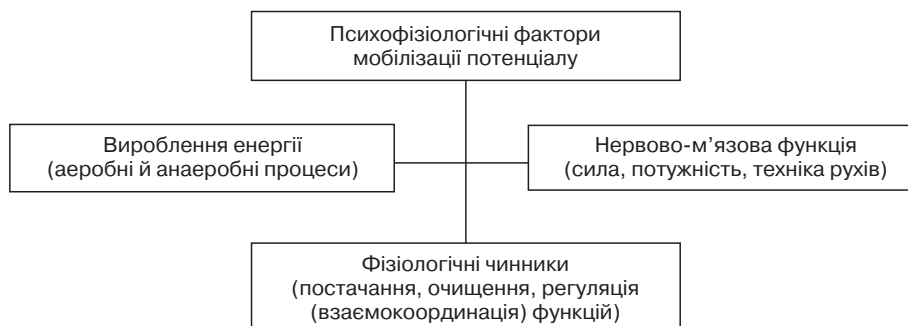
**Рисунок 1** — Види медико-біологічного контролю

востям контингенту обстежуваних, цілям і завданням конкретного виду контролю. Відповідно до умов кожного з видів контролю **показники повинні відповідати таким вимогам:**

- 1) відповідність специфіці виду спорту;
- 2) відповідність віковим і кваліфікаційним особливостям спортсменів;
- 3) відповідність спрямованості тренувального процесу;
- 4) інформативність і надійність.

Показники, що використовують у процесі контролю, поділяють на дві групи. Показники першої групи характеризують відносно стабільні ознаки, що передаються генетично і мало змінюються в процесі тренування. Адекватні цим ознакам показники використовуються переважно в етапному контролі: розміри тіла, кількість волокон різних видів у скелетній мускулатурі, тип вищої нервової діяльності, швидкість деяких рефлексів тощо. Показники другої групи характеризують технічну і тактичну підготовленість, рівень розвитку окремих фізичних якостей, рухливість і економічність основних систем життєдіяльності організму спортсменів у різних умовах навчально-тренувального процесу тощо, тобто ті, що змінюються в процесі педагогічного впливу.

Принциповим є розуміння факторів та механізмів розвитку високої працездатності спортсменів. На рисунку 2 подано деякі варіанти визначення ключових фізіологічних факторів працездатності на рівні всього організму, на рисунку 3 — функціональних можливостей організму відповідно до цільових установок спорту.



**Рисунок 2** — Фактори, що обумовлюють працездатність спортсменів



**Рисунок 3** — Зв'язок основних компонентів функціональної підготовки спортсменів зі спортивним результатом як системоутворюючим чинником

Під час оцінювання результатів контролю за функціональним станом організму спортсменів і особливостей його реакції на фізичні навантаження необхідно враховувати ряд закономірностей, а саме — відмінності тренованого і менш тренованого організму спортсменів. Переваги тренованого організму досить добре вивчені і характеризуються трьома основними рисами, які необхідно враховувати, оцінюючи ступінь тренованості спортсменів. Більш тренований організм може виконувати роботу такої тривалості або інтенсивності, яка не під силу менш тренованому. Тренований організм вирізняється економнішим використанням функціональних систем у стані спокою і при помірних, не максимальних фізичних навантаженнях і здатністю досягати при максимальних навантаженнях такого високого рівня функціонуван-

ня цих систем, який недосяжний для менш тренованого організму. Таким чином, під час виконання однакової за інтенсивністю роботи тренований організм працює економніше, з меншою мобілізацією функціональних можливостей. При гранично напруженій роботі максимальної аеробної потужності спостерігається зворотне: у тренованому організмі відбуваються значна мобілізація систем кровообігу, дихання і велика витрата енергії, порівняно з менш тренованим. І, нарешті, у тренованого організму підвищується резистентність до пошкоджувальних дій і несприятливих факторів.

### Контрольні запитання

1. У чому полягають мета та завдання комплексного медико-біологічного контролю в практиці спортивної підготовки спортсменів?
2. У чому полягають основні принципи проведення комплексного медико-біологічного контролю?
3. Що необхідно визначити (оцінити) під час проведення медико-біологічного контролю?
4. Які основні відмінності (переваги) тренованого організму спортсмена від менш тренованого?
5. Які існують види контролю, що застосовуються в практиці спорту? У чому полягають їхні функції на певних етапах підготовки спортсмена?
6. Які вимоги висувають до показників, що застосовують в контролі?

### Рекомендована література

- Адаптация спортсменов к тренировочным и соревновательным нагрузкам / под ред. В. В. Петровского. — К.: Здоров'я, 1984. — 104 с.*
- Виру А. Биологические аспекты управления тренировкой / А. Виру, М. Виру, Г. Коновалова, А. Эпик // Современный олимпийский спорт. — К.: Олимп. л-ра, 1993. — С. 12—24.*
- Запорожанов В. А. Основы управления в спортивной тренировке / В. А. Запорожанов // Современная система спортивной подготовки. — М.: СААМ, 1995. — С. 213—225.*
- Иванов В. В. Комплексный контроль в подготовке спортсменов / В. В. Иванов. — М.: Физкультура и спорт, 1987. — 256 с.*
- Иорданская Ф. А. Медицинский контроль в годичном тренировочном цикле подготовки высококвалифицированных спортсменов и вопросы профилактики заболеваний и травм / Ф. А. Иорданская // Сб. науч. тр. / Комитет по физической культуре и спорту при СМ СССР. — М.: Спорткомитет СССР, 1984. — 158 с.*

## **ЕТАПНИЙ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ: СПРЯМОВАНІСТЬ, ЗАВДАННЯ, ЗМІСТ І МЕТОДИ**

**Спрямованість етапного медико-біологічного контролю:** оцінка функціональних можливостей систем організму, провідних для певного виду змагальної діяльності.

**Основне завдання етапного медико-біологічного контролю** — визначення індивідуальних особливостей функціональних можливостей організму спортсменів та змін вегетативної регуляції функції організму під впливом тестових навантажень, здатності спортсменів до виконання фізичних навантажень аеробного та анаеробного характеру енергозабезпечення з урахуванням етапу та періоду спортивної підготовки, зон частоти серцевих скорочень, тренувальних навантажень різного характеру енергозабезпечення та тренувального впливу на організм спортсмена. Це дозволить провести індивідуальну корекцію тренувальних навантажень (співвідношення їхнього об'єму, інтенсивності та тривалості), а також внести зміни до схеми застосування засобів відновлення.

Етапний комплексний контроль (ЕКК) проводиться на експериментальній базі лабораторій із застосуванням діагностичних методів, тестових стандартних і максимальних навантажень різного характеру енергозабезпечення, що дозволяють визначити аеробні й анаеробні можливості, а також моделювати умови проходження змагальних дистанцій на спеціалізованих ергометрах у конкретному виді спорту.

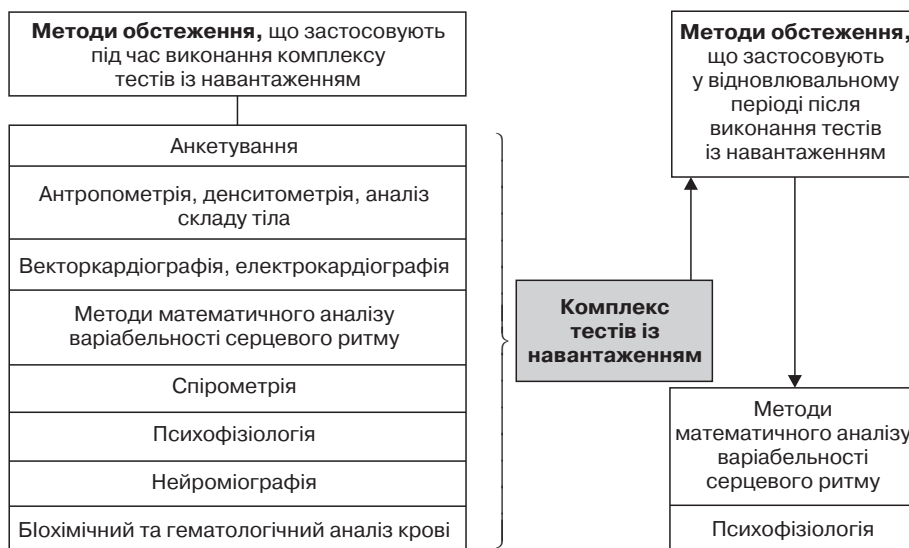
ЕКК рекомендується проводити 2—3 рази на рік: обов'язково на початку базового мезоциклу підготовчого періоду макроциклу після проведення втягуючого мезоциклу; ближче до змагального періоду — в кінці підготовчого періоду макроциклу в контрольно-підготовчому мезоциклі, в змагальному періоді. Приклад програми етапного комплексного контролю з використанням тестових фізичних навантажень з урахуванням виду спорту подано в таблиці 1.

### **Зміст і методи етапного комплексного контролю.**

Етапний комплексний контроль (ЕКК) проводиться з використанням тестів із навантаженням, що визначають загальну і спеціальну фізичну працездатність, аеробні й анаеробні можливості організму, а також із ви-

**Таблиця 1** — Програма тестування спортсменів із навантаженням

№ з/п	Зміст тестування	Характер навантаження
1	Розминка — тривалість 3 хв, швидкість полотна тредміла $4 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$	Навантаження низької та середньої аеробної потужності. Визначаються економічність та стійкість функціональних реакцій кардіореспіраторної системи в умовах аеробних навантажень, швидкість розгортання функціональних реакцій
2	“Стандартна” робота — навантаження середньої аеробної потужності — тривалість 12 хв з постійною потужністю роботи $1,5 \text{ Вт}$ на кілограм маси тіла й постійною швидкістю руху полотна тредміла $8 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$	
3	Відновлення — 5 хв, швидкість $4 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$ Стандартний тест зі ступінчастозростаючою потужністю навантаження — приріст навантаження кожні 2 хв без інтервалів відпочинку між щаблями: початкова потужність — потужність стандартного навантаження, збільшення швидкості руху полотна тредміла на $0,5 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$ і кута нахилу $0,4 \%$ , тривалість — до моменту вільної відмови спортсмена від продовження роботи чи до неможливості підтримування заданої потужності навантаження Відновлення — 5 хв, швидкість $4 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$	
Виконання тестів із навантаженням максимальної інтенсивності, що моделюють проходження змагальної дистанції (на прикладі веслування на байдарках і каное, 500 і 1000 м, весловий ергометр “Paddlelite”).		
4	1,45—2 хв прискорення з максимальною інтенсивністю (модель 500 м)	Визначення особливостей реалізації аеробних та анаеробних креатинфосфатних і гліколітичних можливостей, швидкості розгортання функціональних реакцій
5	3,45—4 хв прискорення з максимальною інтенсивністю (модель 1000 м)	



**Рисунок 4** — Схема етапного комплексного контролю спортсменів

користанням методів оцінки функціонального стану серцево-судинної та дихальної систем і регуляторних механізмів адаптації (функціональні проби) (рис. 4), а саме:

- 1) анкетування;
- 2) антропометрія, денситометрія, аналіз складу тіла;
- 3) оцінка функціонального стану серцево-судинної системи — електрокардіографія, векторкардіографія;
- 4) оцінка вегетативної регуляції — методи математичного аналізу особливостей варіабельності серцевого ритму;
- 5) оцінка та аналіз прояву фізичної працездатності і реакції кардіореспіраторної системи, метаболічного забезпечення в умовах тестових фізичних навантажень:
  - а) тест із навантаженням низької та середньої аеробної потужності;
  - б) тест із навантаженням максимальної аеробної потужності (тест із ступінчастозростаючою потужністю роботи, утримання навантаження на рівні “критичної” потужності);
  - в) тест із навантаженням максимальної інтенсивності, що моделюють умови подолання змагальної дистанції — анаеробного креатин-

фосфатного та гліколітичного, аеробного характеру енергозабезпечення;

6) оцінка розвитку властивостей нейродинамічних функцій і рівня психоемоційної напруженості;

7) оцінка функціонального стану нервово-м'язового апарату;

8) гематологічний і біохімічний аналіз;

9) біомеханічні тести в умовах лабораторій НДІ, а також контрольо-педагогічні тести в умовах тренувального заняття, що визначають особливості прояву сили, гнучкості, швидкості й витривалості.

### Контрольні запитання

1. У чому полягають спрямованість та основне завдання етапного контролю?

2. Як часто і коли рекомендовано проводити етапний комплексний контроль?

3. Що входить до змісту і методів етапного комплексного контролю?

### Рекомендована література

Виру А. Биологические аспекты управления тренировкой / А. Виру, М. Виру, Г. Коновалова, А. Эпик // Современный олимпийский спорт. — К.: Олимп. л-ра, 1993. — С. 12—24.

Дал-Монте А. Специальные требования к оценке функциональных возможностей спортсменов / А. Дал-Монте, М. Фаина // Наука в олимпийском спорте. — 1995. — № 1 (2). — С. 30—38.

Иорданская Ф. А. Медицинский контроль в годичном тренировочном цикле подготовки высококвалифицированных спортсменов и вопросы профилактики заболеваний и травм / Ф. А. Иорданская // Сб. науч. тр. / Комитет по физической культуре и спорту при СМ СССР. — М.: Спорткомитет СССР, 1984. — 158 с.

Методы контроля за состоянием спортсменов: метод. рекомен. по проблемам подготовки спортсменов Украины к Играм XXIX Олимпиады 2008 года в Пекине // Наука в олимпийском спорте. — 2007. — № 3. — С. 121—133.

Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса / под ред. Дж. МакДугллы, Г. Э. Уэнгера, Г. Дж. Грина; пер. с англ. — К.: Олимп. л-ра, 1998. — 430 с.

Шинкарук О. А. Особенности подготовки и научно-методического обеспечения этапа непосредственной подготовки в гребле на байдарках и каноэ к Играм XXIX Олимпиады в Пекине / О. А. Шинкарук, Е. Н. Лысенко, Л. О. Тайболина [и др.] // Наука в олимпийском спорте. — 2009. — № 1. — С. 134—148.

## ПОТОЧНИЙ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИЙ КОНТРОЛЬ: СПРЯМОВАНІСТЬ, МЕТА, ЗМІСТ І МЕТОДИ В УМОВАХ НАВЧАЛЬНО-ТРЕНУВАЛЬНИХ ЗБОРІВ СПОРТСМЕНІВ ВИСОКОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ

**Спрямованість медико-біологічного контролю:** оцінка поточного функціонального стану та адаптованості до навантажень, їхнього кумулятивного ефекту. Оцінка рівня тренуваності і наближення до піку готовності.

**Основна мета** поточного медико-біологічного контролю — забезпечення оптимального процесу розвитку тих фізіологічних можливостей, які визначають високу працездатність спортсменів.

Поточний медико-біологічний контроль рекомендується проводити протягом річного циклу підготовки з використанням діагностичних методів як на експериментальній базі НДІ (рис. 5), так і в умовах навчально-тренувальних зборів (табл. 2). Наприклад, даний контроль проводиться на початку і наприкінці мікроциклу або мезоциклу підготовки спортсменів, що відзначаються великими обсягами тренувальної роботи і високим сумарним навантаженням або складними кліматичними умовами підготовки (середньогір'я, жаркий клімат). Такий контроль дозволяє оцінити стан організму спортсмена і його зміни під впливом виконання тренувальних навантажень різної спрямованості і застосування рекреаційно-відновлювальних засобів.

Виміри досліджуваних матеріалів можуть виконуватися:

- до або після окремих тренувальних занять, мікроциклів із великим навантаженням або з навантаженнями певної спрямованості;



**Рисунок 5** — Схема поточного медико-біологічного контролю спортсменів



**Таблиця 2** — Зміст і методи поточного медико-біологічного контролю в умовах навчально-тренувальних зборів

№ з/п	Методи і показники, що реєструються	Умови проведення, вимір досліджуваних параметрів
1	Векторкардіографія, електрокардіографія, аналіз особливостей варіабельності серцевого ритму на функціональні проби (ортопроба) і тренувальні навантаження, пульсометрія	Вранці, у стані спокою, на початку, в середині та наприкінці тижневого мікроциклу До і після окремого тренувального заняття
2	Біохімічні — в умовах стандартного спокою вміст сечовини в крові, кислотно-основний стан, напруження вуглекислоти в артеріальній крові, вміст лактату крові, чутливість і стійкість до вуглекислоти, гіпоксії	Вранці, у стані спокою, на початку, в середині та наприкінці тижневого мікроциклу
3	Лейкоцитарна формула, резистентність еритроцитів, фетальний гемоглобін тощо	Те саме
4	Стан сенсорних систем — пропріоцептивна, вестибулярна чутливість, збудливість вегетативних центрів	Вранці, у стані спокою, на початку, в середині та наприкінці тижневого мікроциклу

- після “ударних” — гранично збільшених і сконцентрованих навантажень або контрольних змагань;
- у спеціально змодельованих і певних умовах тренувальних навантажень для виявлення їхньої ефективності або переносимості;
- у лабораторних умовах для оцінки зміни реакції організму на додаткові і повторні навантаження після типових тренувальних занять. Це можуть бути лабораторні стандартні навантаження з використанням ергометричних комплексів або додаткові повторення окремих стандартних тренувальних вправ у природних умовах тренування через певний час (30—40 хв) після закінчення заняття;
- поточні обстеження спортсменів рекомендовано проводити 3—5 разів на рік.

У поточному медико-біологічному контролі особливе значення має зіставлення показників у динаміці спортивного тренування. Розробляють нормативи швидкості і межі змін в організмі, змін чутливості до навантажень під впливом тренування, при тривалому спостереженні за

кваліфікованими спортсменами нормативи розробляються суто індивідуальні.

### Контрольні запитання

1. У чому полягають спрямованість та основна мета поточного медико-біологічного контролю?
2. Як можна охарактеризувати терміни і місце, де рекомендовано проводити поточний контроль?
3. Що входить до змісту і методів поточного контролю в умовах навчально-тренувальних зборів висококваліфікованих спортсменів?
4. Коли повинні проводитися виміри функціональних та метаболічних параметрів стану організму спортсмена в умовах навчально-тренувальних зборів?

### Рекомендована література

Мищенко В. С. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной физической тренировке в спорте / В. С. Мищенко, Е. Н. Лысенко, В. Е. Виноградов. — К.: Наук. світ, 2007. — 351 с.

Методы контроля за состоянием спортсменов: метод. рекомендации по проблемам подготовки спортсменов Украины к Играм XXIX Олимпиады 2008 года в Пекине // Наука в олимпийском спорте. — 2007. — № 3 — С. 121–133.

Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. — М.: Сов. спорт, 2005. — 820 с.

Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса / под ред. Дж. Мак-Дуглла, Г. Э. Уэнгера, Г. Дж. Грина; пер. с англ. — К.: Олимп. л-ра, 1998. — 320 с.

Шинкарук О. А. Особенности подготовки и научно-методического обеспечения этапа непосредственной подготовки в гребле на байдарках и каноэ к Играм XXIX Олимпиады в Пекине / О. А. Шинкарук, Е. Н. Лысенко, Л. О. Тайболина [и др.] // Наука в олимпийском спорте. — 2009. — № 1. — С. 134–148.

### ОПЕРАТИВНИЙ КОНТРОЛЬ: СПРЯМОВАНІСТЬ, ЗАВДАННЯ, МЕТОДИ Й ПОКАЗНИКИ

**Спрямованість оперативного контролю:** оцінка характеру і спрямованості тренувального навантаження вправ або тренувального заняття.

**Основна мета** даного контролю — визначити за терміновими адаптаційними реакціями організму спортсмена спрямованість і напруженість навантажень, що використовуються у тренувальному занятті. В основі

критеріїв оцінок лежить зіставлення зареєстрованих даних із нормою реакції спортсмена, що визначається індивідуально на те або інше навантаження (табл. 3).

**Завдання оперативного контролю.**

1. Оцінка відповідності запланованої і реальної інтенсивності та спрямованості навантаження в тренувальних вправах (їхніх серіях), у тренувальному занятті в цілому.

2. Оперативна корекція тренувального ефекту окремих вправ і тренувального заняття в цілому.

3. Оперативна корекція стану спортсмена в ході заняття шляхом регулювання інтервалів і режиму відпочинку між вправами, тривалості частин тренувального заняття.

**Таблиця 3** — Методи і показники оперативного контролю

№ з/п	Методи і показники, що реєструються		Умови проведення, вимір досліджуваних параметрів
1	Динаміка частоти серцевих скорочень	Відношення робочої частоти серцевих скорочень до: <ul style="list-style-type: none"> <li>• її максимальних індивідуальних значень;</li> <li>• її діапазону від максимального рівня до рівня в стані спокою;</li> <li>• величини частоти серцевих скорочень на рівні анаеробного порогу</li> </ul>	Під час тренувального навантаження
2	Реакція кардіореспіраторної системи — відношення споживання кисню при тренувальному навантаженні до споживання кисню при анаеробному порозі (ПАНО) і до рівня максимального споживання кисню		Під час тренувального навантаження
3	Вимір зрушень концентрації метаболітів у плазмі крові, які відображають вираженість і спрямованість впливу окремої тренувальної вправи	Вміст лактату, кислотно-основний стан крові, що відображає характер енергозабезпечення навантаження. Вміст сечовини, фосфору, креатинфосфату, креатину, вільних жирних кислот, кетонових тіл, глюкози та інших метаболічних показників, що відображають характер навантаження	Після тренувального навантаження
4	Зміна варіабельності серцевого ритму, зміна графіки електрокардіограми, сили дихальних м'язів і інших характеристик, що відображають стомлення після навантажень		До і після окремого тренувального заняття

## Контрольні запитання

- 1. У чому полягають спрямованість, мета і завдання оперативного контролю?*
- 2. Що входить до оперативного контролю?*
- 3. Які показники дозволяють оцінити оперативний стан спортсмена?*

## Рекомендована література

*Методи контролю за состоянием спортсменов: метод. рекомен. по проблемам подготовки спортсменов Украины к Играм XXIX Олимпиады 2008 года в Пекине // Наука в олимпийском спорте. — 2007. — № 3. — С. 121–133.*

*Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. — М.: Сов. спорт, 2005. — 820 с.*

*Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса / под ред. Дж. Мак-Дуглла, Г. Э. Уэнгера, Г. Дж. Грина; пер. с англ. — К.: Олимп. л-ра, 1998. — 420 с.*

## Розділ 2

### КОМПЛЕКС МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ ТА ДІАГНОСТИЧНА АПАРАТУРА

В умовах медико-біологічного моніторингу за функціональним станом спортсменів у лабораторних умовах та в процесі тренувальної і змагальної діяльності застосовують апробовану програму тестування з використанням сучасного діагностичного обладнання провідних країн світу: Німеччини, Японії, США, Фінляндії, Ізраїлю, Швеції, України (табл. 4).

**Таблиця 4** — Методи оцінки особливостей прояву фізичної працездатності й функціонального стану організму спортсменів та діагностичні комплекси (обладнання)

Діагностична апаратура	Показники, що реєструються	Тривалість обстежень
Газоаналіз, спірометрія, ергометрія, хронометрія, пульсометрія (визначення можливостей серцево-судинної і дихальної систем, особливостей функціональної підготовленості організму)		
“Охусон Pro”, “Meta Max” — стаціонарний, мобільний газоаналізатор + програмне забезпечення, Viasys Healthcare, США — Німеччина. Тредміл LE 200C — корпорація Viasys Healthcare, США — Німеччина. Тредміл “Laufband” для зимових видів спорту, Німеччина. Ергометр “Biometer” — для плавання, Albrecht Fahnenmann, Фінляндія. Ергометр “Concept-II” — для веслування академічного, США. Ергометр “Paddlelite”, для веслування на байдарках і каное. Ергометр “Monark”, для велосипедного спорту, Фінляндія.	Швидкість та обсяг виконаної роботи, $W_{max}$ , $W_{ПАНО}$ , $W_{кр}$ , $W_{max-2-хв}$ , $W_{max-4-хв}$ тощо. Аналізується комплекс фізіологічних показників, які характеризують функціональні можливості організму — аеробна та анаеробна потужність ( $\dot{V}_{E_{max}}$ , $\dot{V}_{O_{2max}}$ , $\dot{V}_{CO_{2max}}$ , $O_2$ -пульс $_{max}$ , $\dot{V}_{CO_2}/\dot{V}_{O_2}$ , $HL_a$ , $\Delta HL_a$ , $W/HL_a$ , $ЧСС_{max}$ , $ФД-ЧСС$ , $W_{max}$ , $W_{кр}$ ), економічність (КЕ-ЧСС, ЧСС-віднов., швидкість відновлення, Ватт-пульс, $КФС-\dot{V}_{O_2}$ -станд., $КФС-EQO_2$ -станд., $HL_a$ -станд., $W_{ПАНО}$ , $\dot{V}_{O_2-ПАНО}$ , $\dot{V}_{O_2-ПАНО}$ % від $\dot{V}_{O_{2max}}$ , $EQCO_2$ тощо.), стійкість (КФС-ЧСС, $КФС-\dot{V}_{E-кр}$ , $КФС-\dot{V}_{O_2-кр}$ , $HL_{a_{max}}$ , $W/HL_a$ , ОКН), рухливість ( $T50 \dot{V}_{O_2}$ , $T50 \dot{V}_{E}$ , $T50 ЧСС$ , $\Delta HL_a$ , $ШЗ-\dot{V}_{O_2}$ ) та реалізація загального аеробного потенціалу за умов навантажень певного енергозабезпечення	60—90 хв

Продовження таблиці 4

Діагностична апаратура	Показники, що реєструються	Тривалість обстежень
Спірометрія (визначення функціонального стану легень)		
“Охусон Pro” — стаціонарний газоаналізатор + програмне забезпечення, Viasys Healthcare, США — Німеччина	Життєва ємність легенів (ЖЄЛ, л), (F/Vex) на вдиху (VC IN) і на видиху (VC EX), сила дихальної мускулатури при форсованому видиху в літрах на секунду (Flow, PEF), здатність до максимальної легеневої вентиляції в літрах на хвилину (MVV)	15 хв
Біохімічні методи дослідження метаболізму в стані спокою та під час фізичних навантажень		
LP-420 “Dr-Lange” — портативний біохімічний аналізатор (Dr. Bruno Lange Gmb Medical Division), Німеччина	Концентрація лактату, сечовини, глюкози, вільних жирних кислот, креатинфосфокінази, гемоглобіну, рівень гематокриту, кількість еритроцитів, показники антиоксидантного статусу організму, гематологічні параметри	5 хв
Гематологічний аналіз		
“Erma-210” — гематологічний аналізатор, Японія	Лейкоцити, еритроцити, гемоглобін, гематокрит, абсолютний вміст гемоглобіну в еритроциті, відносний вміст (концентрація) гемоглобіну в еритроциті, значення середнього обсягу еритроцитів, анізоцитоз, вміст тромбоцитів	5 хв
Математичні методи аналізу особливостей варіабельності серцевого ритму		
Cardio-Test (Windows 2000) — цифровий 12-тиканальний інтерпретуючий кардіограф, Україна	ЧСС, показники варіаційної пульсометрії та ритмографії — математичне очікування (M, с), мода (Mo, с), варіаційний розмах ( $\Delta R-R$ , с), амплітуда моди (AMo, індекс напруження (IH, ум. од.), показники спектрального аналізу — характеристика спектральної потужності дихальних коливань (HFav, HF%, HFn) та повільних коливань 1-го (LFav, LF%, LFn) і 2-го (VLFav, VLF%) порядків, загальна дисперсія серцевого ритму (TP), індекс централізації (IC)	15 хв

Продовження таблиці 4

Діагностична апаратура	Показники, що реєструються	Тривалість обстежень
	співвідношення середніх значень низькочастотного і високочастотного компонента серцевого ритму (LFav/HFav)	
Електрокардіографія		
Cardio-Test (Windows 2000) цифровий 12-тиканальний інтерпретуючий кардіограф, Україна	Характер серцевого ритму, ЧСС, амплітуда та сума зубців (P, Q, R, S, T) і тривалість інтервалів (P-Q, QRS, S-T, Q-T, R-R, < QRS, < T), електрична позиція серця, індекс Макруза, індекс Соколова—Лайона для лівого та правого шлуночків, рівень метаболічного забезпечення міокарду тощо	20 хв
Векторкардіографія		
Cardio-Test (Windows 2000) цифровий 12-тиканальний інтерпретуючий кардіограф, Україна	Параметри об'ємного електричного поля серця — величина моментних векторів деполяризації шлуночків початкового (П), головного (Г) та кінцевого (К), максимальний вектор реполяризації шлуночків (Т), загальна просторова площина шлуночкової петлі (QRS, Т, Р), моментний вектор (P <sub>2</sub> ), коефіцієнт Г/К, коефіцієнт Г/Т і Г/P <sub>2</sub> та ін.	20 хв
Психофізіологія (оцінка основних властивостей нейродинамічних функцій)		
Діагностичний комплекс "Діагност-1" + програмне забезпечення, Україна	Функціональна рухливість, лабільність, динамічність, урівноваженість, сила нервових процесів — ЛП ПЗМР, ЛП СЗМР <sub>1-3</sub> , ЛП СЗМР <sub>2-3</sub> , РФРНП, СНП, параметри РРО і рівня психоемоційної напруженості (тести Люшера, Спілберга)	50 хв
Електроміографія у стані спокою, електроміографія при навантаженнях; Н-рефлексометрія; визначення імпульсу за нервовими волокнами (4 процедури)		
Нейродіагностична система Vikingselect (Viasys)	Основні параметри функціонального стану та властивостей нервово-	50 хв

Продовження таблиці 4

Діагностична апаратура	Показники, що реєструються	Тривалість обстежень
Healthcare), США — Німеччина	м'язового апарату, потенціали окремих м'язів, потенціали головного мозку — MNC, SNC, ANS, F-wave, H-Reflex, Blink Reflex, QEMG, SFEMG тощо	
Метод радіотелеметричної пульсометрії та GPS-навігації		
POLAR — 810i, "Forerunner" — монітори серцевого ритму (портативні пульсометри), Фінляндія	Показники частоти серцевих скорочень з різною дискретністю, % максимальної частоти серцевих скорочень, показники варіаційної пульсометрії, швидкість та пройдена відстань із різною дискретністю, місце знаходження за системою координат, висота над рівнем моря, кут швидкості за необхідністю, зони інтенсивності за ЧСС, за швидкістю	Протягом тренування
Денситометрія (визначення щільності кісткової тканини)		
Ультразвуковий денситометр, Sunlight Omnisense 7000, Medical LTD, Ізраїль	Мінеральна щільність кісткової тканини; кальцієвий баланс; схильність кісток до переломів; Z-критерій, T-критерій, наявність остеопенії чи остеопорузу	20 хв
Визначення складу тіла		
Ваги-аналізатор складу тіла Tanita, Europe GmbH, Німеччина	BMI — ваговий індекс, BMR — базальний рівень метаболізму, FAT% — процент жирової тканини в тілі, FAT MASS — маса жирової тканини в тілі, FFM — маса без жирової тканини, TBW — загальна кількість води в тілі, TARGET BF % — режим цільового % складу жирової тканини, FAT TO LOSE/GAIN — оцінка маси жирової тканини, яку необхідно зменшити або наростити для досягнення цільового відсотка жирової тканини	10 хв
Визначення біомеханічних характеристик техніки рухових дій, темпоритмової структури рухових дій. Визначення сили м'язів		
Біомеханічні комплекси "Qualisys" та	Біомеханічні показники рухових дій: координати точок тіла спортсмена;	30 хв



Продовження таблиці 4

Діагностична апаратура	Показники, що реєструються	Тривалість обстежень
<p>“Ortojump” — система відеокomp'ютерного аналізу рухів, Швеція</p> <p>Back-Chek — для визначення сили різних груп м'язів, визначення відхилень осанки, Німеччина, Dr. Wolff</p> <p>Система відеокomp'ютерного аналізу рухових дій важкоатлетів, Німеччина</p>	<p>переміщення, траєкторії, швидкість та прискорення окремих біоланок тіла та ЗЦМ, спортивного снаряда тощо, кути у суглобах, тривалість одиночного руху, латентний час реакції, темп та ритм рухів; час опорної реакції; її сила, момент та градієнт сили тощо</p> <p>Силові показники розгинання та згинання кінцівок і тулуба</p> <p>Оцінка структури руху системи “спортсмен—штанга” в процесі тренувальної і змагальної діяльності</p>	<p>20 хв</p>

### ОЦІНКА РЕАКЦІЇ КАРДІОРЕСПІРАТОРНОЇ СИСТЕМИ НА ФІЗИЧНІ ТЕСТОВІ НАВАНТАЖЕННЯ

**Вибір фізичних навантажень для визначення аеробних і анаеробних можливостей організму спортсменів.** Комплекс тестових навантажень на ергометрах, що імітують біг (трєдмїл LE-200CE), веслування (Concept-II, Paddlelite), їзду на велосипеді (Monark, Technogym), з безперервним аналізом реакції серцево-судинної й дихальної систем із використанням автоматизованого ергоспірометричного комплексу “Oxycor Pro” (“Viasys”—“Jager”, Німеччина) дає можливість визначити рівень максимальної аеробної й анаеробної потужності, загальної фізичної працездатності, оцінити ефективність і стійкість функціонування кардіореспіраторної системи в умовах фізичних навантажень різного характеру енергозабезпечення. Плануючи режим роботи під час дослідження можливостей анаеробних і аеробних процесів, виходять із необхідності призначення роботи такої тривалості й інтенсивності, яка забезпечила б граничну активізацію відповідних процесів енергозабезпечення фізичного навантаження.

Під час дослідження **потужності анаеробного алактатного (креатинфосфатного) процесу** найбільш доцільними є навантаження максимальної інтенсивності тривалістю від 15 до 30 с. Так, спортсмену потрібно розвинути максимальну швидкість або виконати максимальну роботу за 15 с (старт із місця). Сумарний обсяг роботи, виконаний протягом такого часу, дозволяє повністю досягти граничного рівня прояву анаеробних креатинфосфатних можливостей, а здатність до підтримання працездатності в кінці навантаження значною мірою відображає ємність анаеробного креатинфосфатного процесу.

Аналогічно поступають і під час **оцінки потужності анаеробного лактатного (гліколітичного) процесу**. Тривалість навантаження, що виконується з максимальною інтенсивністю, в цьому випадку збільшується до 45—90 с. Крім сумарного обсягу роботи для оцінки потужності анаеробного процесу реєструються максимальний кисневий борг і його лактатна й алактатная фракції, концентрація лактату, зрушення кислотно-основного стану крові.

Забір крові для подальшого визначення максимальної концентрації лактату (HLa) й інших показників, що свідчать про потужність анаеробного лактатного процесу, доцільно здійснювати на 3-й і 7-й хвилині відновлення з подальшим розрахунком показника  $\Delta\text{HLa}$  — різниці концентрації лактату в крові на 3-й і 7-й хвилинах відновлювального періоду, що характеризує швидкість утилізації лактату і показника  $W/\text{HLa}$  (співвідношення потужності навантаження і концентрації лактату в крові,  $\text{Вт} \cdot \text{ммоль}^{-1} \cdot \text{л}^{-1}$ ), що характеризує ефективність метаболічних процесів, тобто одиницю потужності навантаження (виконаної роботи), яка припадає на  $1 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$  збільшення концентрації лактату в крові під час роботи.

На відміну від дослідження анаеробних можливостей вивчення потужності і ємності аеробного процесу, а також економічності і стійкості вимагає значно триваліших навантажень. Дослідження можуть проводитися в умовах безперервних тривалих навантажень, в окремих випадках тривалістю 60–120 хв (наприклад, під час визначення здатності організму до утримання високого рівня споживання кисню). Проте в основному застосовуються навантаження з потужністю роботи, що ступінчасто збільшується, до моменту досягнення індивідуально можливих величин споживання кисню (рівень критичної потужності).

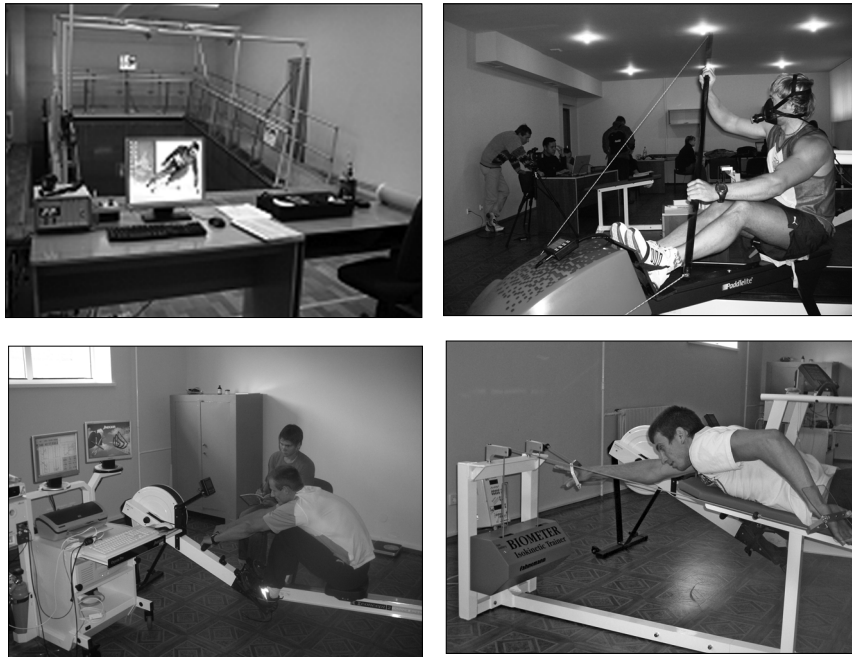
До таких тестів відносять:

- Стандартний тест із ступінчастозростаючою потужністю роботи без інтервалів відпочинку між ступенями за постійної швидкості руху ( $8 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$ ) і поступовим збільшенням кута нахилу стрічки тредміла (через кожні 2 хв) — проводиться до моменту вольової втоми (добровільної відмови спортсмена від продовження роботи) або до неможливості підтримання заданої швидкості руху в межах  $\pm 5 \%$ . Тест орієнтований на визначення максимальної аеробної потужності ( $\dot{V}O_{2\text{max}}$ ), аеробної ефективності (“анаеробний поріг”) і рівня загальної фізичної працездатності спортсменів ( $W_{\text{max}}$ ,  $W_t$ ,  $W_t \cdot \text{кг}^{-1}$ ), а також для визначення пульсових режимів навантажень різної тренувальної спрямованості — відновлювальної, аеробної, аеробно-анаеробної, анаеробно-аеробної.

- Тест на утримання навантаження на рівні “критичної” потужності — величина навантаження визначається індивідуально для кожного спортсмена за результатами виконання роботи ступінчастозростаючої потужності. “Критична” потужність навантаження ( $W_{\text{кр}}$ ,  $W_t$ ,  $W_t \cdot \text{кг}^{-1}$ ) визначається як та найменша потужність навантаження, за якої вперше досягається рівень споживання  $O_2$ , що наближається до максимального. Робота на рівні “критичної” потужності продовжується до відмови спортсмена від підтримання навантаження на заданому рівні потужності. Такий вид тестів із навантаженням призначений для визначення максимальної аеробної ємності — часу утримання  $W_{\text{кр}}$  ( $T-W_{\text{кр}}$ , хв).

- “Стандартна” робота — навантаження середньої аеробної потужності тривалістю 12 хв з постійною потужністю роботи  $2 W_t \cdot \text{кг}^{-1}$  маси тіла і постійною швидкістю руху ( $8 \text{ км} \cdot \text{год}^{-1}$ ) використовувався для визначення економічності і стійкості, швидкості розгортання реакцій кардіореспіраторної системи в умовах аеробних навантажень, а також для прогнозування аеробних і анаеробних можливостей організму спортсменів високого класу, для контролю ефективності тренувального процесу, що особливо актуально на початку підготовчого періоду і в передзмагальному періоді, коли додаткова напружена м’язова діяльність для спортсменів високого класу не бажана.

Виконання тестових навантажень максимальної інтенсивності, що моделюють проходження змагальної дистанції в конкретному виді спорту в лабораторних умовах проводиться на спеціалізованих ергометрах типу Concept-II (веслування академічне), Paddlelite (веслування на байдарках і каное) і Biometer (плавання), Monark (велосипедний спорт), Lauf



*Рисунок 6 — Використання ергометрів для оцінки працездатності спортсменів*

band (зимові види спорту). Тривалість тесту залежить від тривалості змагальної дистанції і граничного часу її подолання (рис. 6).

Наприклад, тести з навантаженням, що моделюють умови проходження змагальних дистанцій у веслуванні на байдарках і каное 500 і 1000 м, виконуються на спеціальному весловому ергометрі, що дозволяє визначити особливості реалізації аеробних та анаеробних можливостей, швидкості розгортання функціональних реакцій у даних умовах максимальних тестів. Дистанції 500 м відповідає робота 1 хв 45 с, а дистанції 1000 м — 3 хв 45 с.

Для спортсменів розробляються спеціальні програми тестування з використанням фізичних навантажень з урахуванням виду спорту і спортивної спеціалізації.

Реакцію системи дихання на фізичне навантаження оцінюють за допомогою швидкодіючого автоматичного **газоаналізатора типу “Oxycon**



**Рисунок 7** — Застосування діагностичної апаратури "Охусон Pro" під час проведення тестування для оцінки функціональних можливостей

**Pro" (Jeager, Німеччина)** (рис. 7). Безперервна комп'ютерна обробка даних у реальному масштабі часу дозволяє отримувати та використовувати для подальшого аналізу значення фізіологічних показників з інтервалом 10 с. Реєструють легеневу вентиляцію ( $\dot{V}_E$ , л · хв<sup>-1</sup>), відсотковий O<sub>2</sub> і CO<sub>2</sub> у видихуваному повітрі, частоту дихання, споживання O<sub>2</sub> ( $\dot{V}O_2$ , мл · хв<sup>-1</sup>), виділення CO<sub>2</sub>, дихальний коефіцієнт, вентиляційні еквіваленти за O<sub>2</sub> і CO<sub>2</sub>, кисневий пульс, основні параметри навантаження — потужність (W, Вт), швидкість пересування тощо. Вимірювання частоти серцевих скорочень (ЧСС, уд · хв<sup>-1</sup>) проводиться за допомогою "Sport Tester Polar". На 3-й та 7-й хвилинах відновного періоду виконується забір крові для визначення концентрації лактату (біохімічний аналізатор — Dr. Lange-420).

**Показники, що визначаються в процесі комплексного контролю.** Для оцінки потужності і ємності аеробних процесів використовують значну кількість інформативних показників. Це комплексні показники (наприклад, максимальне споживання кисню, максимальна вентиляція легень, поріг анаеробного обміну, серцевий викид тощо), що дозволяють дати інтегральну оцінку аеробних можливостей, і локальні (наприклад, кількість ПС- і ШС-волокон, артеріовенозна різниця за киснем, обсяг мітохондріальної маси тощо), за допомогою яких оцінюють окремі можливості системи зовнішнього дихання, крові, кровообігу, м'язового апарату, й оцінка можливостей системи транспорту кисню. При цьому дуже важливо зіставляти одержані величини окремих показників із рівнем загальної і спеціальної працездатності спортсменів, що дозволяє оцінити економічність функціонування орга-

нізму спортсмена й ефективність виконання як тестових фізичних навантажень в умовах лабораторії, так і педагогічних тестів у природних умовах тренувального процесу.

У процесі тестування визначають наступні показники.

**Максимальне споживання кисню ( $\dot{V}O_{2max}$ )** відображає швидкість максимального споживання кисню і використовується для оцінки потужності аеробного процесу. Реєструються абсолютні показники максимального споживання кисню ( $л \cdot хв^{-1}$ ) і відносні ( $мл \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$ ), що знаходяться в зворотній залежності від маси тіла. Чим вищий рівень максимального споживання кисню, тим вища частка аеробного енергозабезпечення під час виконання стандартної роботи і нижча відносна потужність анаеробного процесу, виражена у відсотках від максимального рівня. У дорослих нетренованих чоловіків максимальні показники споживання кисню ( $\dot{V}O_{2max}$ ) звичайно коливаються в межах 40—50  $мл \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$ , у жінок — 32—40  $мл \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$ . Спортсмени високого класу вирізняються винятково високими величинами  $\dot{V}O_{2max}$ : абсолютні значення у чоловіків можуть досягати 6—7  $л \cdot хв^{-1}$ , відносні — 85—95  $мл \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$ , у жінок відповідно 4—4,5  $л \cdot хв^{-1}$  і 65—72  $мл \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$ .

**Максимальна легенева вентиляція ( $\dot{V}_E$ ,  $л \cdot хв^{-1}$ )** використовується для оцінки потужності системи зовнішнього дихання. Граничні показники реєструються в умовах довільної вентиляції і звичайно становлять у нетренованих чоловіків 110—120  $л \cdot хв^{-1}$ , у жінок — 90—100  $л \cdot хв^{-1}$ . У спортсменів високого класу реєструються винятково високі величини: до 190—200  $л \cdot хв^{-1}$  і більше — у чоловіків, до 130—140  $л \cdot хв^{-1}$  і більше — у жінок.

Великі можливості адаптації організму спортсменів відносно показників, що характеризують ємність аеробної системи енергозабезпечення і її ефективність. Нетреновані особи в середньому здатні протягом 30 хв працювати на рівні 70 %  $\dot{V}O_{2max}$  ( $\dot{V}O_{2max}$  3,2  $л \cdot хв^{-1}$ ). Добре треновані спортсмени, які спеціалізуються у видах спорту, що вимагають прояву витривалості, здатні працювати на рівні 70 %  $\dot{V}O_{2max}$  протягом 2 год, а спортсмени високого класу, що спеціалізуються в стаєрських дисциплінах циклічних видів спорту, здатні працювати на рівні 70 %  $\dot{V}O_{2max}$  навіть протягом 3—4 год. Спортсмени світового класу, які спеціалізуються у видах спорту, що вимагають високих аеробних можливостей, здатні протягом 10 хв працювати на рівні 100 %  $\dot{V}O_{2max}$ , при 95 % — понад 30 хв, при 85 % — понад 60 хв, при 80 % — протягом

2 год і більше. При цьому важливо зазначити, що тривала робота на рівні 90—95 %  $\dot{V}O_{2max}$  не супроводжується істотним накопиченням лактату.

**Час утримання максимальних** для даної роботи **величин легеневої вентиляції ( $\dot{V}_E$ )** також використовується для оцінки ємності аеробного процесу. Легеневу вентиляцію на рівні 80 % максимальної спортсмени високої кваліфікації здатні підтримувати протягом 10—15 хв, а видатні стаєри — до 30—40 хв і більше, нетреновані особи — до 3—5 хв.

Час досягнення максимальних для даної роботи показників споживання кисню відображає здатність до швидкої мобілізації можливостей аеробного процесу, **швидкості розгортання функціональних реакцій**, рухливості аеробної системи енергозабезпечення (напівперіод реакції (T50) для ЧСС,  $\dot{V}_E \dot{V}O_2$ ; швидкість збільшення  $\dot{V}O_2$  за перші 30 с виконання роботи). У нетренованих осіб максимальні для даної роботи величини споживання кисню реєструються звичайно через 2—3 хв після її початку. Спортсмени високого класу, які спеціалізуються у веслуванні, бігу на дистанціях 400, 800 і 1500 м, плаванні на дистанціях 100, 200 і 400 м, здатні до значно інтенсивнішої мобілізації аеробного процесу і часто досягають граничних показників уже через 30—40 с після її початку.

**Поріг анаеробного обміну (ПАНО)** настає, коли потужність аеробного процесу виявляється недостатньою для подальшого енергозабезпечення роботи. Відбувається активне включення в енергозабезпечення роботи анаеробного гліколітичного процесу, що супроводжується накопиченням лактату.

У спортивній практиці ПАНО оцінюється за величиною споживання кисню при постійному рівні лактату в крові (близько  $4 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ ) у відсотках відносно рівня  $\dot{V}O_{2max}$ . У нетренованих осіб поріг анаеробного обміну знаходиться приблизно на рівні 50—55 %  $\dot{V}O_{2max}$ . У спортсменів високого класу (наприклад, бігунів-стаєрів, велосипедистів-шосейників) може досягати 75 %  $\dot{V}O_{2max}$ , а в окремих видатних спортсменів — 85—90 %  $\dot{V}O_{2max}$ .

**Тривалість роботи на рівні ПАНО** слугує інформативним показником оцінки ємності аеробного процесу. Нетреновані особи звичайно не можуть працювати на цьому рівні більше 5—6 хв, у спортсменів високого класу, які спеціалізуються у видах спорту, що висувають високі вимоги до аеробної продуктивності, тривалість роботи на рівні ПАНО може досягати 1,5—2 год.

**Серцевий викид ( $л \cdot хв^{-1}$ )** відображає здатність серця прокачувати велику кількість крові по судинах і визначається кількістю крові, що викидається в судинну систему за 1 хв. У стані спокою серцевий викид звичайно становить  $4,5—5,5 л \cdot хв^{-1}$ , у тренованих осіб трохи (на 5—10 %) менше, ніж у нетренованих. При граничних фізичних навантаженнях серцевий викид зростає у декілька разів: у нетренованих — у середньому в 4 рази (до  $18—20 л \cdot хв^{-1}$ ), а у спортсменів високого класу, які спеціалізуються у видах спорту, що вимагають високого рівня аеробної продуктивності, в 8—10 разів (до  $40—45 л \cdot хв^{-1}$  і більше).

**Систолічний об'єм (мл)** використовується для оцінки потужності системи центральної гемодинаміки і визначається кількістю крові, що викидається шлуночками серця при кожному скороченні. В умовах спокою у нетренованих осіб об'єм систоли становить  $60—70$  мл, у тренованих —  $80—90$  мл, у спортсменів високої кваліфікації —  $100—110$  мл. Під час виконання максимальної роботи систолічний об'єм збільшується у нетренованих осіб до  $120—130$  мл, у тренованих — до  $150—160$  мл, у видатних спортсменів — до  $200—220$  мл.

Систолічний об'єм зростає доти, поки ЧСС не перевищує  $180—190$  уд  $\cdot хв^{-1}$ , а в особливо підготовлених спортсменів — навіть до  $200—220$  уд  $\cdot хв^{-1}$ . Подальший приріст ЧСС, як правило, супроводжується зменшенням систолічного викиду.

**Об'єм серця (мл)** у нетренованих чоловіків становить  $11,2$  мл  $\cdot кг^{-1}$  маси тіла, у жінок —  $8—9$  мл  $\cdot кг^{-1}$ . У спортсменів високого класу (бігунів на довгі дистанції, велогонщиків, лижників) часто відмічається об'єм серця, що досягає у чоловіків  $15,5—16$  мл  $\cdot кг^{-1}$ , або  $1100—1200$  мл і більше (zareєстровано випадки, коли серце видатних спортсменів досягло  $1300—1400$  і навіть  $1500—1700$  мл, а у жінок —  $1200$  мл).

**Частота серцевих скорочень (ЧСС, мл  $\cdot кг^{-1}$ ).** У процесі контролю реєструють показники ЧСС у спокої, при стандартному навантаженні, а також максимальні показники ЧСС. Зниження ЧСС у спокої до певної міри відображає продуктивність і економічність функціонування серцево-судинної системи. У тих, хто не займається спортом, ЧСС у спокої становить звичайно  $70—80$  уд  $\cdot хв^{-1}$ , у спортсменів високої кваліфікації може знижуватися до  $40—50$  і навіть  $30—40$  уд  $\cdot хв^{-1}$ .

При стандартному навантаженні у добре тренованих спортсменів zareєстровано нижчі величини ЧСС порівняно з нетренованими особами, а при граничних навантаженнях ЧСС у тих, хто не займається спортом,



звичайно не перевищує 175—190 уд · хв<sup>-1</sup>, тоді як у бігунів-стайєрів, велосипедистів-шосейників, лижників максимальні показники ЧСС можуть досягати 210—230 і навіть 250 уд · хв<sup>-1</sup> і більше.

Здатність серця до напруженої роботи протягом тривалого часу багато в чому відображає ємність аеробного процесу. Спортсмени, які вирізняються особливо високим рівнем адаптації серця, здатні протягом 2—3 год працювати при ЧСС 180—200 уд · хв<sup>-1</sup>, систолічному викиді 170—200 мл, серцевому викиді 35—42 л, тобто підтримувати майже граничні (90—95 % максимально доступних величин) показники серцевої діяльності дуже тривалий час. Нетреновані особи, маючи майже в два рази менші величини систолічного викиду і хвилинного об'єму крові, здатні підтримувати їх лише протягом 5—10 хв.

Для контролю економічності витрачання енергетичного потенціалу використовують різні показники, що реєструються в процесі виконання специфічних навантажень різної потужності і тривалості, і у відновлювальному періоді після їх закінчення.

Виділяють інтегральні показники, що несуть загальну інформацію про механічну ефективність роботи й економічності енергетичних процесів. Наприклад, збільшення швидкості пересування при одному і тому самому рівні споживання кисню є наочним підтвердженням підвищення економічності роботи. Збільшення швидкості спортсмена при виконанні 30-хвилинного бігового навантаження в результаті тренування аеробної спрямованості було забезпечене не збільшенням споживання кисню або залученням в енергозабезпечення анаеробних процесів, а винятково економізацією роботи, тобто при одному і тому самому рівні споживання кисню (90 %  $\dot{V}O_{2max}$  — 54 мл · кг<sup>-1</sup> · хв<sup>-1</sup>) швидкість бігу збільшилася з 268 до 280 м · хв<sup>-1</sup>.

**Киснева вартість роботи** оцінюється за кількістю кисню, витраченого на одиницю потужності навантаження (мл O<sub>2</sub> · Вт<sup>-1</sup>). У спортсменів високого класу киснева вартість роботи на 40—60 % вища, ніж у осіб, які не займаються спортом.

Про підвищення ефективності легеневої вентиляції прийнято судити за **вентиляційним еквівалентом для O<sub>2</sub>**, тобто за об'ємом легеневої вентиляції, який припадає на один літр спожитого кисню ( $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$ , EQO<sub>2</sub>), відображає ефективність утилізації кисню з повітря, що поступає в легені. В результаті тренування у кваліфікованих спортсменів спостерігається тенденція до зниження кількості вентилязованого повітря при

однаковому рівні споживання кисню порівняно з нетренованими особами. Так, у спортсменів високого класу ефективність утилізації кисню вища (24,5 ум. од.), ніж у нетренованих осіб і представників швидкісно-силових видів спорту (30—35 ум. од.).

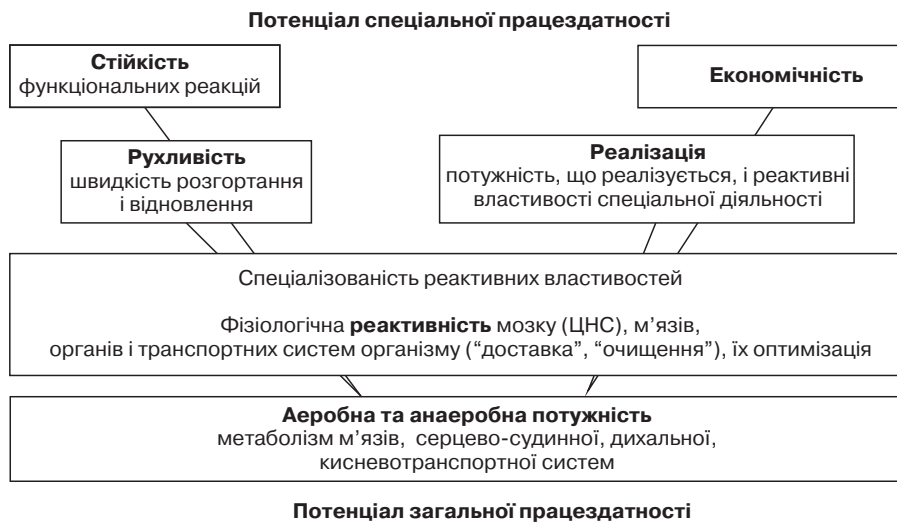
**Показник кисневої вартості дихання (мл  $O_2$ /л  $O_2$ )** характеризує механічну ефективність апарату зовнішнього дихання, визначається відношенням споживання кисню, витраченого на роботу дихальних м'язів, до споживання кисню під час роботи. Під впливом тренування киснева вартість дихання істотно знижується і у спортсменів високої кваліфікації становить 2,6 мл  $O_2$ /л  $O_2$ , тоді як у малотренованих спортсменів — 4,8—5 мл  $O_2$ /л  $O_2$ .

**Пульсова вартість роботи (ЧСС, уд · хв<sup>-1</sup>)** характеризується загальною кількістю серцевих скорочень під час виконання стандартної за потужністю і тривалістю роботи. Реєструється сумарна частота серцевих скорочень, витрачена на виконання заданої роботи за вирахуванням ЧСС спокою. Найбільш точна характеристика має місце в тому випадку, якщо визначається надмірна кількість серцевих скорочень, зареєстрована як під час виконання роботи, так і у відновному періоді.

**Фактори функціональної підготовленості спортсменів.** По закінченні тестування спортсменів із використання фізичних навантажень та аналізу реакції кардіореспіраторної системи за цих умов проводиться комп'ютерний розрахунок комплексу показників, який значною мірою відображає **властивості функціональних можливостей організму**. Для аналізу виділено наступні узагальнені фізіологічні властивості (фактори), що визначають рівень і структуру функціональної підготовленості спортсмена (рис. 8).

**Потужність** (функціональна й енергетична) — рівень максимального споживання  $O_2$  ( $\dot{V}O_{2max}$ ), що відображає здатність до досягнення рівня масоперенесення респіраторних газів і м'язового метаболізму, яке забезпечує хоча б короткочасне досягнення найбільш високих значень споживання  $O_2$ .

**Стійкість** — здатність підтримувати високий ефективний рівень функціональних реакцій при різних ступенях невідповідності кисневого запиту на роботу і споживання  $O_2$ , що визначаються відносною потужністю фізичної роботи, а також від стійкості (резистентності) функціональних систем до зрушень внутрішнього середовища організму, головним чином, ацидемічного (накопичення молочної кислоти в крові внаслідок анаеробного енергозабезпечення).



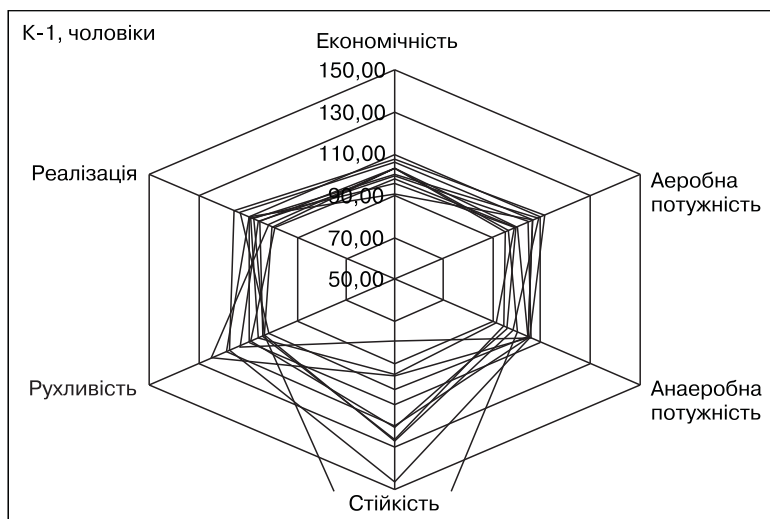
**Рисунок 8** — Шляхи формування спеціальної працездатності спортсменів

*Рухливість* — швидкість (інтенсивність) розгортання функціональних реакцій (кардіореспіраторних і метаболізму) на початку фізичного навантаження, а також від їхньої рухливості, тобто спроможності швидко й адекватно реагувати, відтворювати у своїх реакціях зміни кисневого запиту на роботу при змінах інтенсивності навантаження.

*Економічність* — характеристика тренуваності, ступеня адаптації, функціональна та метаболічна ціна високих рівнів потужності навантаження.

*Реалізація енергетичного потенціалу* — здійснюється: за ступенем мобілізації функцій, що оцінюються за їхнім співвідношенням з граничними можливостями їх прояву в найбільш придатних умовах, та за найбільшими переносимими зрушеннями дихального гомеостазу в спеціальних умовах навантаження.

**Приклади висновків, зроблених на підставі оцінки структури функціональної підготовленості спортсменів.** Отримані нами дані показали, що в циклічних видах спорту при спеціалізації на змагальних дистанціях різної тривалості енергозабезпечення істотно впливає на фізичну працездатність в умовах тестових навантажень різного характеру та на динаміку максимального прояву функціональних реакцій за показника-

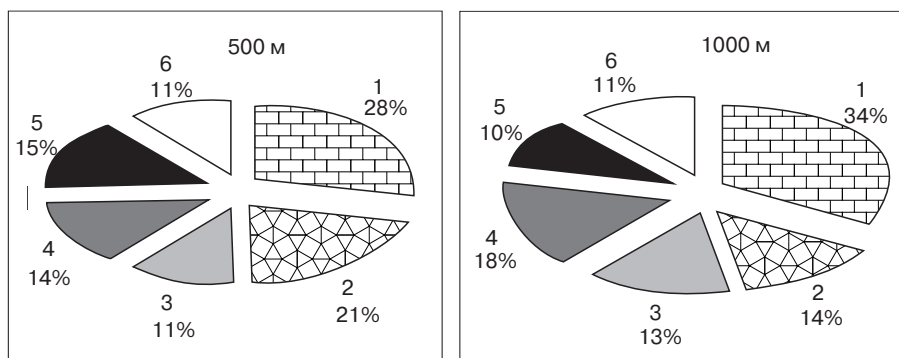


**Рисунок 9** — Структура функціональної підготовленості спортсменів високої кваліфікації, які спеціалізуються у веслуванні на байдарках (чоловіки)

ми газообміну, зовнішнього дихання, кровообігу (наприклад, у веслуванні на байдарках при спеціалізації на змагальних дистанціях 500 і 1000 м) (рис. 9).

Аналіз взаємозв'язку структури змагальної діяльності з особливостями структури функціональної підготовленості веслувальників високої кваліфікації показав, що спортсмени, які спеціалізувалися у веслуванні на байдарках на дистанції 1000 м, більшою мірою схильні до роботи на витривалість, яка потребує прояву аеробної потужності (внесок  $34,05 \pm 2,96$  % у загальний рівень функціональної підготовленості), економічності ( $13,18 \pm 1,06$  %) функціонування функціональних систем і здатності до реалізації аеробного потенціалу організму (рис. 10). Найбільша ефективність функціональної реакції відмічалася при проходженні середньої стаціонарної ділянки змагальної дистанції та на фініші, що потребує прояву як аеробних, так і анаеробних гліколітичних можливостей організму, а також стійкості ( $18,45 \pm 2,04$  %) функціонування функціональних систем в умовах змагальної дистанції 1000 м.

Для спортсменів-лідерів, які спеціалізувалися на змагальній дистанції 500 м, порівняно зі спортсменами-лідерами на дистанції 1000 м,



**Рисунок 10** — Відмінності питомої ваги (%) факторів функціональної підготовленості спортсменів високої кваліфікації, які спеціалізуються у веслуванні на байдарках на змагальних дистанціях різної тривалості (500 та 1000 м):

1 — аеробна потужність; 2 — анаеробна потужність; 3 — економичність; 4 — стійкість; 5 — рухливість; 6 — реалізація аеробного потенціалу

характерний більш високий внесок у структуру функціональної підготовленості анаеробних можливостей організму ( $21,47 \pm 1,99$  %) та швидкість розгортання функціональних реакцій (властивість рухливості —  $14,98 \pm 2,13$  %) за умов навантажень у поєднанні зі зниженим внеском аеробної потужності організму ( $27,63 \pm 2,64$  %), економичності ( $11,03 \pm 0,98$  %) і стійкості ( $13,78 \pm 1,12$  %) функціонування функціональних систем організму. Зазначимо, що в них нижчий, ніж у веслувальників на дистанції 1000 м, рівень максимального споживання  $O_2$  поєднувався з високими рівнем легеневої вентиляції, що свідчило про знижену ефективність легеневої вентиляції. Висококваліфіковані веслувальники, які спеціалізувалися на дистанції 500 м, здатні швидше досягати високого рівня метаболізму і функціонування функціональних систем організму, але не здатні підтримувати досягнутий рівень функціонування тривалий час. Для них характерним є більш ефективне подолання стартової ділянки дистанції.

Аналіз офіційних результатів змагань показав, що деякі спортсмени збірної команди України виступають як на дистанції 500 м, так і на дистанції 1000 м. Проаналізувавши результати офіційних змагань і характер проходження змагальних дистанцій (з урахуванням особливостей функ-

ціональних можливостей організму спортсменів), було виявлено, що спортсмени, для яких характерним є високий рівень аеробних можливостей і економічності функціонування, вищі індивідуальні результати показують на змагальній дистанції 1000 м. Кращі індивідуальні результати на дистанції 500 м мають спортсмени із високим рівнем рухливості реакцій кардіореспіраторної системи й анаеробних можливостей організму. Тому, недоцільно одночасно проводити підготовку спортсмена для виступу на змагальній дистанції 500 і 1000 м, тому що ці дистанції вимагають прояву різних сторін функціональних можливостей організму спортсменів і застосування різних засобів розвитку спеціальної витривалості.

Таким чином, виявлені відмінності й особливості функціональних можливостей кваліфікованих спортсменів — **представників циклічних видів спорту, які спеціалізувалися на змагальних дистанціях різної тривалості** — створюють передумови до обґрунтування необхідності чіткої спеціалізації спортсменів на конкретній змагальній дистанції з метою більш ефективної реалізації функціонального потенціалу спортсменів у змагальному періоді.

У кваліфікованих спортсменів — **представників ігрових видів спорту** — характер підготовки, спрямований на вдосконалення функціональних можливостей організму, а також тактичні плани команди, багато в чому повинні визначатися особливостями структури функціональної підготовленості спортсменів. Команда, яка не має рівноцінного складу, змушена використовувати протягом більшої частини ігрового часу одних і тих самих гравців, що і визначає переважні вимоги до забезпечення їхньої працездатності за рахунок аеробних можливостей організму, економічності функціонування функціональних систем та реалізації аеробного потенціалу організму. В командах із рівноцінним складом, що дозволяє використовувати усіх гравців протягом гри, для спортсменів, які вступають у гру за певних ситуацій, великого значення набуває можливість досягнення високих рівнів функціонування за короткий час — швидкість розгортання функціональних і метаболічних реакцій, а також анаеробні лактатні можливості організму, що дозволяє гравцям діяти з високою інтенсивністю, особливо, коли ці зміни відбуваються раптово і гравці вступають у гру без попередньої розминки. У цих командах характер підготовки диктує і вибір тактичних засобів. Наприклад, у баскетболі — це тривалий пресинг, ешелонований прорив, раптовий пресинг в кінці гри тощо. Таким чином, облік структури аеробних можливостей і функціо-

нальних особливостей, урахування спортсменів-баскетболістів різного ігрового амплуа дозволяє визначити найбільш оптимальний характер ігрової діяльності спортсменів, а також індивідуалізувати тренувальний процес на підставі обліку рівня функціональної підготовленості організму і розходжень питомої ваги факторів у структурі функціональної підготовленості.

**Енергетичні зони тренувальних навантажень різної спрямованості за частотою серцевих скорочень.** Аналіз реакції кисневотранспортної системи організму під час виконання навантажень різного характеру в тестах дозволили визначити чотири енергетичні зони за частотою серцевих скорочень (ЧСС), які принципово відрізняються за характером функціонування систем та переважної участі факторів енергозабезпечення працездатності. Для цих зон характерні відмінності тренуючого впливу на організм, їх рекомендовано використовувати в тренувальному процесі для розвитку тих чи інших якостей функціональної підготовленості організму спортсмена.

**Зона відновлювального, чи “нетренуючого”, навантаження** характеризується таким діапазоном ЧСС, коли не відбувається істотного розвитку аеробних можливостей організму; сприяє виведенню метаболітів та їхньої утилізації, створює найбільш ефективні умови для периферичного кровообігу, позитивно впливає на прискорення процесу відновлення після навантаження, що передувало йому. Використовується також як засіб реабілітації після перенесених захворювань.

**Зона аеробного навантаження.** Одним із критеріїв ідентифікації цієї зони може слугувати уявлення про “аеробний поріг\*”, який характеризується моментом появи в крові лактату (молочної кислоти) вище вихідного рівня, нелінійним зростанням легеневої вентиляції, дихального коефіцієнта, виділення вуглекислоти (фаза активізації анаеробних процесів енергозабезпечення). Концентрація лактату при цьому, як правило, становить близько  $2 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$  і збігається з найбільшою величиною відсотка споживання  $\text{O}_2$  з видихуваного повітря (найбільша економічність роботи). Таким чином, зона аеробного навантаження знаходиться в межах значень ЧСС, що відповідає віднов-

---

\*Аеробний поріг, чи поріг анаеробного обміну (ПАНО) — межа, нижче рівня якої енергозабезпечення відбувається в аеробних умовах із використанням кисню. Такий режим має місце під час ходьби, неінтенсивного помірного бігу.

лювальному навантаженню, з одного боку, і ЧСС аеробного порога — з іншого. За своїм впливом навантаження, що виконується в цій зоні, є основним для формування аеробної бази організму.

Вище межі — енергозабезпечення відбувається в більш напружених анаеробних умовах (без кисню) — максимальні високоінтенсивні прискорення, а також робота на рівні  $\dot{V}O_{2max}$ , коли максимально використовуються аеробні й анаеробні механізми енергозабезпечення.

Чим вищий поріг анаеробного обміну ( $\% \dot{V}O_{2max}$ ), тим більший обсяг роботи виконує спортсмен у більш економних аеробних умовах, тим пізніше підключаються анаеробні механізми енергозабезпечення, що потребують високих енергетичних затрат.

**Зона аеробно-анаеробного переходу** характеризується наявністю стійкого балансу виходу лактату в кров і його утилізації. За даними ряду авторів, ця зона знаходиться в межах зміни лактату близько  $2,0—4,0$  ммоль  $\cdot$  л $^{-1}$ . Верхня межа зони практично відповідає порогу анаеробного обміну (ПАНО). Ідентифікація ПАНО за ЧСС здійснюється на підставі специфічних змін ряду параметрів газообміну. Таким чином, зона аеробно-анаеробного переходу виділяється як діапазон ЧСС, від ЧСС аеробного порогу до ЧСС ПАНО (активізація анаеробних механізмів енергозабезпечення).

Навантаження, що застосовується в межах цієї зони, впливає на розвиток переважно аеробних джерел енергозабезпечення.

**Зона анаеробно-аеробного навантаження.** Зона енергозабезпечення навантаження змішаного аеробно-анаеробного характеру з переважанням анаеробних процесів в енергозабезпеченні. Виділення її пов'язане з тим, що при досягненні максимального рівня споживання кисню робота може певний час продовжуватися, але при цьому  $\dot{V}O_{2max}$  вже не зростає, інколи може навіть знижуватися, а ЧСС зростає до закінчення роботи. Таке явище неадекватності споживання  $O_2$  і ЧСС на високому рівні навантаження і спричинило необхідність виділення цієї зони, коли задіяні як аеробні, так і анаеробні джерела енергії. Таким чином, зона навантаження змішаного аеробно-анаеробного характеру знаходиться в межах ЧСС ПАНО і ЧСС початку досягнення максимального споживання кисню (зона в середньому  $180—190$  уд  $\cdot$  хв $^{-1}$ ). На початку діапазону цієї зони, коли ЧСС становить  $150—170$  уд  $\cdot$  хв $^{-1}$ , превалюють аеробні компоненти енергозабезпечення, потім, коли ЧСС зростає до  $170—190$  уд  $\cdot$  хв $^{-1}$ , збільшується частка анаеробних джерел, причому тим значуще, чим більше



наближається до верхньої межі цієї зони інтенсивності навантаження. Концентрація лактату коливається від 4 до 12 ммоль · л<sup>-1</sup>. Цей діапазон зони використовується для розвитку та підтримання рівня загальної витривалості. Виконання роботи в верхній межі зони періодично може використовуватися добре підготовленими спортсменами для розвитку швидкісної витривалості.

### Контрольні запитання

1. Які основні методи оцінки особливостей прояву фізичної працездатності і функціонального стану організму спортсменів ви визначили для свого виду спорту?
2. Які діагностичні комплекси (обладнання) можуть використовуватися в системі комплексного контролю?
3. Що необхідно враховувати під час планування режиму тестових навантажень?
4. Які існують основні показники, що визначаються в процесі комплексного контролю?
5. Що характеризують фактори функціональної підготовленості?
6. Як використовувати структуру функціональної підготовленості для розробки тактики змагальної діяльності?
7. Чим характеризується структура функціональної підготовленості у кваліфікованих спортсменів, які спеціалізуються на змагальних дистанціях різної тривалості?
8. Для чого використовуються в тренувальному процесі енергетичні зони тренувальних навантажень різної спрямованості за частотою серцевих скорочень?
9. Чим характеризується кожна енергетична зона тренувальних навантажень різної спрямованості за частотою серцевих скорочень?

### Рекомендована література

- Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте / И. В. Аулик. — М.: Медицина, 1990.
- Булатова М. М. Оптимизация тренировочного процесса на основе изучения мощности и экономичности системы энергообеспечения спортсменов (на материале велосипедного спорта): автореф. дис. на соиск. ученой степ. канд. пед. наук / М. М. Булатова. — К., 1984. — 24 с.
- Вілмор Дж. Х. Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. — К.: Олімп. л-ра, 2003. — 658 с.
- Дал-Монте А. Специальные требования к оценке функциональных возможностей спортсменов / А. Дал-Монте, М. Фаина // Наука в олимпийском спорте. — 1995. — № 1 (2). — С. 30—38.

- Детская* спортивная медицина: руководство. — М.: Медицина, 1991.
- Земцова* *І. І.* Спортивна фізіологія / *І. І. Земцова.* — К.: Олімп. л-ра, 2008.
- Иорданская* *Ф. А.* Функциональная готовность и состояние здоровья спортсменов в процессе долговременной адаптации к напряженным физическим нагрузкам / *Ф. А. Иорданская* // Теория и практика физ. культуры. — 1988. — № 4. — С. 41—44.
- Коц* *Я. М.* Спортивная физиология / *Я. М. Коц.* — М.: Физкультура и спорт, 1986. — С. 145—165.
- Лактатный* порог и его использование для управления тренировочным процессом: метод. рекомендации. — Вып. 4. — К.: Абрис, 1997. — 61 с.
- Лисенко* *О. М.* Структура функціональної підготовленості висококваліфікованих веслярів на байдарках, які спеціалізуються на змагальних дистанціях різної тривалості / *О. Лисенко* // Вісник Черкаського ун-ту. — Вип. 105. — Черкаси, 2007. — С. 72—83.
- Методы* контроля за состоянием спортсменов: методические рекомендации по проблемам подготовки спортсменов Украины к Играм XXIX Олимпиады 2008 года в Пекине // Наука в олимпийском спорте. — 2007. — № 3. — С. 121—133.
- Михайлов* *В. В.* Исследование двигательной и дыхательной функции при стационарных и нестационарных режимах в циклических движениях: автореф. дис. на соиск. ученой степ. доктора биол. наук / *В. В. Михайлов.* — М., 1971. — 42 с.
- Мищенко* *В. С.* Оценка функциональной подготовленности квалифицированных спортсменов на основании учета структуры аэробной производительности / *В. С. Мищенко, М. М. Булатова* // Наука в олимпийском спорте. — 1994. — № 1. — С. 63—72.
- Мищенко* *В. С.* Функциональные возможности спортсменов / *В. С. Мищенко.* — К.: Здоров'я, 1990. — 199 с.
- Платонов* *В. Н.* Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте / *В. Н. Платонов.* — М.: Сов. спорт, 2005. — 820 с.
- Тоден* *Д. С.* Тестирование аэробной мощности / *Д. С. Тоден* // Физиологическое тестирование спортсмена. — К.: Олимп. л-ра, 1998. — С. 119—191.
- Физиологическое* тестирование спортсмена высокого класса / под ред. Дж. Мак-Дуглла, Г. Э. Уэнгера, Г. Дж. Грина; пер. с англ. — К.: Олимп. л-ра, 1998. — С. 119—234.
- Шинкарук* *О. А.* Особенности подготовки и научно-методическое обеспечение этапа непосредственной подготовки в гребле на байдарках и каноэ в Играм XXIX Олимпиады в Пекине / *Шинкарук О. А., Лысенко Е. Н., Тайболина Л. О.* [и др.] // Наука в олимпийском спорте. — 2009. — № 1. — С. 134—148.

## **ОЦІНКА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ ДИХАЛЬНОЇ СИСТЕМИ — СПІРОМЕТРІЯ**

**Спірометрія** — метод поточного фізіологічного контролю, що дозволяє визначити стан системи зовнішнього дихання. Відображає, частково, генетичні передумови досягнення високого спортивного результату в кон-

кретному виді діяльності, кумулятивний ефект попередніх тренувальних навантажень (відповідної спрямованості і величини), неадекватні стани стомлення і перетренованості. За результатами проведених досліджень методом спірометрії кваліфікований фахівець із медичною освітою може визначити патологію системи зовнішнього дихання (наприклад, астматичний компонент при реагуванні на фізичне навантаження).

На відміну від спірометрії і газоаналізу в тестах із навантаженням метод спірометрії в стані спокою визначає функціональний стан системи зовнішнього дихання, а не її функціональні можливості.

За результатами проведення досліджень методом спірометрії в стані спокою розрізняють наступні рівні інтерпретації отриманої інформації:

- педагогічний — найбільш загальний, характеризує зміну основних спірометричних показників під впливом кумулятивного ефекту попередніх тренувальних навантажень (рівень тренера);
- фізіологічний — поглиблений, характеризує причини зміни більшості спірометричних показників і шляхи корекції стану системи зовнішнього дихання засобами і методами спортивного тренування і спеціальних дихальних вправ (рівень спортивного фізіолога — члена комплексної наукової групи з виду спорту (КНГ));
- медичний — поглиблений, характеризує відповідність показників системи зовнішнього дихання конкретної людини із загальноприйнятими моделями, встановлення патології системи зовнішнього дихання і її корекцію медикаментозними засобами (рівень лікаря — пульмонолог).

Спірометрія проводиться на тлі повного відновлення (бажано після дня відпочинку):

1) як допоміжна методика перед проведенням тестувань методами спірометрії і газоаналізу при навантажувальних тестах (для одержання допуску до навантажувальних тестів і розрахунку критеріїв припинення роботи при навантаженні);

2) при поточному контролі за станом системи зовнішнього дихання для аналізу змін, що відбулися, після мезоциклу підготовки із специфічною спрямованістю і величини навантаження;

3) при етапному контролі за недоцільністю проведення тестів із навантаженням унаслідок змагань, що наближаються, наявності травми або хвороби тощо.

Для проведення спірометрії необхідні спеціальні вимірювальні прилади — спірометри. Одною з найпотужніших систем є “Oxuscon Pro” — су-

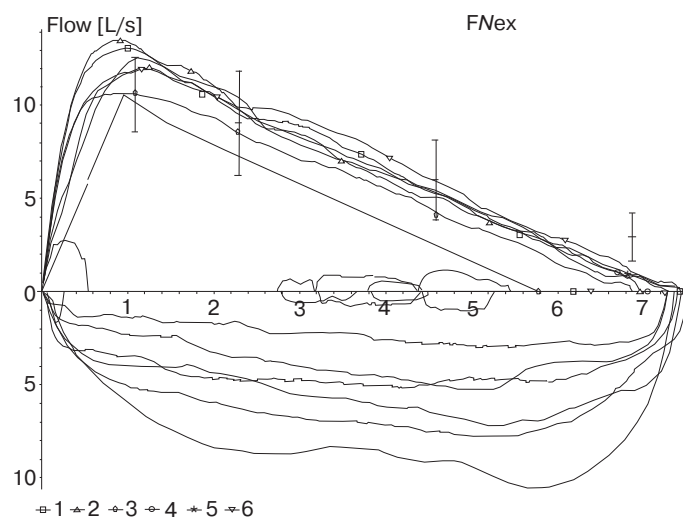
	Pred	Act1	Act2	Act3	Act4	Act5	Act6
<b>VC IN</b>	6.06	7.44	7.50	7.47	7.68	7.67	7.71
<b>IC</b>	4.38	4.09	3.41	4.17	4.43	4.34	5.27
<b>ERV</b>	1.79	4.09	»	4.99	4.51	4.72	2.82
<b>MV</b>	12.86		7.96		10.27	16.43	18.62
<b>VC EX</b>	6.06	8.17	9.05	9.16	8.94	9.06	8.09
<b>VC MAX</b>	6.06	8.17	9.05	9.16	8.94	9.06	8.09
<b>FEV 1</b>	4.83	6.19	6.18	5.78	6.17	6.17	6.39
<b>FEV1%F</b>		83.36	88.75	84.15	85.21	84.80	85.53
<b>FEV1%M</b>	82.71	75.71	68.25	63.12	69.03	68.13	78.97
<b>MVV</b>	168.05	247.5	235.4		257.9	224.0	266.7
<b>MIF</b>			0.40		0.34	0.66	0.78
<b>MEF</b>			0.20		0.35	0.47	0.52
<b>FVC</b>	5.78	7.42	6.96	6.87	7.24	7.28	7.47
<b>FEF 25</b>	9.02	10.53	11.75	8.39	9.86	10.43	10.38
<b>FEF 50</b>	5.96	7.32	7.02	4.14	5.50	5.40	7.07
<b>FEF 75</b>	2.89	3.09	3.68		1.09	0.88	2.75
<b>PEF</b>	10.56	13.04	13.42	10.60	11.98	12.51	11.90
<b>IRV</b>			2.73		3.86	3.17	4.38
<b>FIF 50</b>		4.51	4.97	2.30	5.95	8.47	7.03
<b>FIV1</b>		4.80	5.09	2.95	5.98	7.22	6.79
<b>FE%FIF</b>		162.3	141.1	180.5	92.40	63.74	100.6
<b>Date</b>		19.11	03.07	29.12	07.10	19.05	22.03

**Рисунок 11** — Основні показники спірометрії в стані спокою у динаміці шести досліджень у кваліфікованого спортсмена — призера Ігор XXIX Олімпіади 2008 р.

часний прилад для тестування газоаналізу і спірометрії у стані спокою та максимальних фізичних навантажень, що має мінімальну похибку.

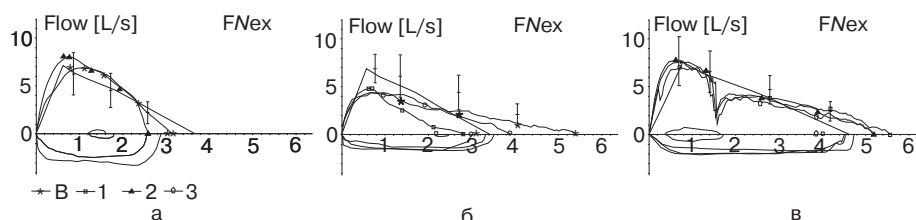
Спірометрія в стані спокою, як правило, проводиться протягом 5—7 хв у три етапи і дозволяє визначити життєву ємність легенів (ЖЄЛ) у літрах (F/Vex) на вдиху (VC IN) і на видиху (VC EX), силу дихальної мускулатури при форсованому видиху в літрах на секунду (Flow, PEF), здатність до максимальної легеневої вентиляції в літрах на хвилину (MVV) та інші показники (рис. 11—12).

Особливий інтерес виявляє аналіз показників спірометрії в динаміці спортивної підготовки: за мезоциклами, протягом року, протягом багаторічної підготовки. Для різних видів спорту і спеціалізації, які можуть лімітувати досягнення спортивного результату, визначено нормативи показників і шляхи корекції стану системи зовнішнього дихання засобами



**Рисунок 12** — Графічне зображення спірограми в стані спокою у динаміці шести досліджень у кваліфікованого спортсмена — призера Ігор XXIX Олімпіади 2008 р. (по горизонталі — ЖЄЛ у літрах, по вертикалі — динаміка швидкості видиху при форсованій спірометрії в літрах на секунду. Трикутник у центрі — належна величина (модель), розрахована комп'ютером

фізичної підготовки, дихальних вправ, фармакологічного забезпечення. Підвищення об'ємних показників спірометрії (ЖЄЛ) може свідчити що в попередній підготовці мали місце навантаження з використанням низьких зон інтенсивності (зона відновного навантаження, аеробного навантаження, частково — в зоні аеробно-анаеробного переходу). Підвищення швидкості видиху при форсованій спірометрії і максимальної легеневої вентиляції має місце при інтенсифікації тренувального процесу ближче до головних змагань року. Нормальною динамікою зміни спірограм є модель, при якій у підготовчому періоді річного циклу підготовки зростає об'ємне поле (по горизонталі), а ближче до змагань — силове поле (по вертикалі) з незначним зниженням показників ЖЄЛ. Необхідно звертати увагу, аби основні показники спірометрії були вищі за належні значення, інакше фіксуватиметься неадекватність, пов'язана або із специфікою виду спорту, або з неадекватністю запропонованих засобів і методів тренувань (рис. 13).



**Рисунок 13** — Спірограми в стані спокою трьох спортсменів:

а — із переважанням показників потужності видиху над об'ємними показниками; б — із переважанням об'ємних показників над показниками потужності видиху; в — із всебічним розвитком функціонального стану показників спірограми, але з обструкційними змінами в легенях. Трикутник — належна величина (модель), розрахована комп'ютером

Найбільші абсолютні значення ЖЄЛ зафіксовано в окремих представників веслувального спорту і плавання (до 10 л на видиху), відносні (на 1 кг маси тіла спортсмена) — у представників велосипедного спорту, лижних гонок тощо. Найбільші абсолютні показники швидкості видиху при форсованій спірометрії спостерігаються у метальників, веслувальників — у спринтерських дисциплінах (у деяких випадках, пік за  $14 \text{ л} \cdot \text{с}^{-1}$ ). Відносні показники піку швидкості видиху при форсованій спірометрії будуть високими у легкоатлетів-спринтерів, велогонщиків-трековиків, боксерів тощо, тобто у представників видів спорту з високим проявом швидкісно-силового компонента. Рівень максимальної легеневої вентиляції в стані спокою — на рівні  $270 \pm 5,7 \text{ л} \cdot \text{хв}^{-1}$  — спостерігається у лідерів-веслувальників, які спеціалізуються на спринтерських дистанціях, де переважає внесок анаеробно-лактатного компонента в спортивний результат. Високі відносні показники спостерігаються у легкоатлетів у бігу на 400, 800 м і лижників у новій для них дисципліні — спринті 1000 м.

Висновки, що впливають із результатів досліджень за даними спірометрії, розглядаються у взаємозв'язку з показниками векторкардіографії, газоаналізу під час досліджень у природних умовах, ергометрії тощо.

#### **Варіант висновку за результатами обстеження за методикою спірометрії в стані спокою**

---

(прізвище, ім'я, по батькові, код, вхідні дані)

функціональний стан за даними спірометричних обстежень у стані спо-

кою — добрий. Більшість показників — вищі за рівень належних значень. Життєва ємність легенів на вдиху становить 5,55 л (107,7 % належної величини); на видиху — 6,70 л (129,9 % належного). Максимальна швидкість видиху при форсованій спірометрії становить 8,85 л · с<sup>-1</sup> (104,7 % належного). Максимальна легенева вентиляція у спокої досягає рівня 194,7 л · хв<sup>-1</sup> (значно вище належного). Рівень розвитку системи зовнішнього дихання за перерахованими показниками не лімітує досягнення високого спортивного результату в обраній дисципліні. Характер спірограми має індивідуальні особливості: спостерігається зниження швидкості видиху в 3-й чверті, що свідчить про незначні обструкційні зміни у верхніх відділах легенів.

У динаміці ЕКК з двох досліджень — другий результат за показниками потужності видиху в групі і кращий за об'ємними показниками. При цьому, достовірно збільшилася здатність до максимальної легеневої вентиляції. Дані обстеження відповідають періоду річного циклу підготовки.

**Рекомендації:** підтримання рівня розвитку системи зовнішнього дихання засобами ЗФП при використанні змінних навантажень у 2-й — 3-й зонах інтенсивності фізичних навантажень за ЧСС, аналіз тренувальної діяльності, нормалізація умов життєдіяльності, контроль функціонального стану.

## Контрольні запитання

- 1. Які методики застосовуються для оцінки функціонального стану системи зовнішнього дихання спортсменів?*
- 2. У чому полягає суть методики проведення досліджень та оцінки стану системи зовнішнього дихання у людини.*
- 3. Які показники розраховуються за результатами обстежень за методикою спірометрії?*
- 4. Що можна оцінити за допомогою показника життєвої ємності легенів?*
- 5. Які відмінності існують у проявах властивостей системи зовнішнього дихання у різних видах спорту?*
- 6. Які мають бути нормативи максимальної вентиляції легенів під час спокою у кваліфікованих спортсменів різних видів спорту?*
- 7. Про що свідчить зниження швидкості видиху при форсованій спірометрії в динаміці спортивної підготовки?*
- 8. Що дає тренеру володіння знаннями про властивості системи зовнішнього дихання у спортсмена? Як тренер може скористатися цими знаннями?*

## Рекомендована література

*Вілмор Дж. Х.* Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. — К.: Олімп. л-ра, 2003. — 658 с.

*Исследование функции внешнего дыхания* / [Баранов В. Л., Куренкова И. Г., Казанцев В. А., Харитонов М. А.]. — СПб: “Элби-СПб”, 2002. — 307 с.

*Макарова Г. А.* Спортивная медицина: учеб. / Г. А. Макарова. — М.: Сов. спорт, 2003. — 480 с.

*Михайлов В. В.* Исследование двигательной и дыхательной функции при стационарных и нестационарных режимах в циклических движениях: автореф. дис. на соиск. ученой степ. доктора биол. наук / В. В. Михайлов. — М., 1971. — 42 с.

*Самуйленко В. Е.* Оценка техники гребли спортсменов на байдарках с учетом показателей спирометрии / В. Е. Самуйленко // Наука в олимпийском спорте. — 2009. — № 2. — С. 47—51.

*Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса* / под ред. Дж. Мак-Дуглла, Г. Э. Уэнгера, Г. Дж. Грина; пер. с англ. — К.: Олімп. л-ра, 1998. — С. 173—178, 276.

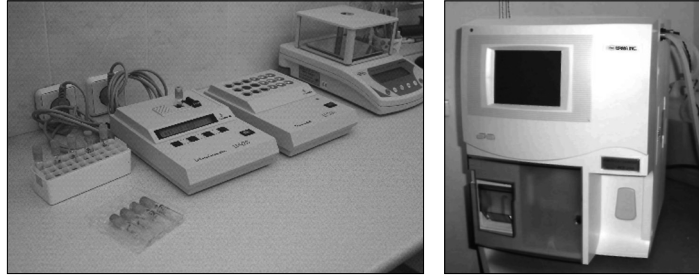
*Хартман У.* Реакции системы энергообеспечения гребцов / У. Хартман, А. Мадер // Наука в олимпийском спорте. — 1996. — № 3—4. — С. 46—48.

## ОСНОВНІ ЛАБОРАТОРНІ ПОКАЗНИКИ БІОХІМІЧНОГО І ГЕМАТОЛОГІЧНОГО КОНТРОЛЮ В СПОРТІ

Визначення лабораторних показників обміну речовин, біохімічних показників і параметрів гематологічного гомеостазу дозволяє вирішувати такі завдання комплексного обстеження, як контроль за функціональним станом організму спортсмена, результати якого віддзеркалюють ефективність і раціональність індивідуальної тренувальної програми, що виконується, та спостереження за адаптаційними змінами стану основних енергетичних систем і функціональними перебудовами організму в процесі тренування.

Лабораторний контроль, який у спортсменів в основному базується на визначенні біохімічних параметрів крові та гематологічних показників, дозволяє також вирішувати такі окремі завдання, як виявлення реакції організму на фізичні навантаження, оцінку рівня тренуваності, адекватності застосування фармакологічних та інших відновлювальних засобів, роль енергетичних систем у м'язовій діяльності, дію кліматичних чинників тощо. У зв'язку з цим у практиці спорту лабораторний контроль повинен здійснюватися на всіх етапах підготовки спортсменів.





**Рисунок 14** — Біохімічна апаратура: біохімічний аналізатор LP-420 “Dr. Lange” та гематологічний аналізатор “Erma-210”

Крім того, результати лабораторного контролю дають тренеру, педагогу або лікарю швидку і досить об’єктивну інформацію про зростання тренуваності і функціональних резервів організму, вони дозволяють оцінити загальний рівень здоров’я, що також є одним із важливих чинників підвищення фізичної працездатності спортсмена.

Забір крові проводиться в стані відносного спокою. Для визначення біохімічних показників крові використовують біохімічні аналізатори фотометр LP-420 “Dr. Lange” (Dr. Bruno Lange GmbH Medical Division, Німеччина) та “Erma-210”, Японія (рис. 14).

Необхідність у стандартизації проведення сучасних лабораторних досліджень у спорті обумовлює потребу використання приладів — напівавтоматизованих чи повністю автоматичних біохімічних і гематологічних аналізаторів. Переваги застосування такого високотехнологічного обладнання полягають у високій продуктивності, використанні відносно невеликих об’ємів як венозної, так і капілярної крові, здійсненні одночасного аналізу великої кількості показників, а також у невисокій вартості проведення досліджень. Серед приладів останнього покоління, що ефективно використовуються у світовій практиці спортивної підготовки, можна назвати такі гематологічні аналізатори: Abacus (“Diatron”, Австрія) і Erma та Sysmex (“Erma” та “Sysmex”, Японія); біохімічні аналізатори: Labline (“Labline”, Австрія), Rayto RT-200C (“Rayto Electronics”, США), Flexor E/ISE та Microlab 300 (“Vital Scientific”, Нідерланди), Humalyser-2000 (“Human”, Німеччина) та ін. Такі прилади дають можливість з дуже високою точністю одночасно визначати від 20 до 120 різноманітних параметрів за дуже короткий час. Їхнім недоліком

є неможливість використання в умовах тренувального збору, тому що це стаціонарне обладнання.

Слід згадати також напівавтоматизовані прилади LP-420 німецької фірми “Dr. Lange”, які мають широкий спектр діагностичних можливостей (до 60 показників) та можуть використовуватися в умовах тренувальної діяльності і під час проведення оперативного контролю, проте мають високу вартість проведення аналізів.

### **Показники біохімічного гомеостазу крові**

**Загальний білок.** Вміст загального білка відображає баланс швидкості утилізації амінокислот і синтетичних процесів з одного боку, і процесів розпаду білка — з іншого, та коливається у спортсменів у межах 74,93—86,6 г · л<sup>-1</sup>. Вміст загального білка прямо пов’язаний зі змінами аеробної ефективності роботи у процесі тренувальних навантажень. Зниження вмісту загального білка нижче нижньої межі є чинником, що лімітує фізичну працездатність і вимагає корекції харчового раціону та застосування фармакологічних засобів.

**Глюкоза.** Вміст глюкози підтримується на відносно постійному рівні в межах 3,3—5,5 ммоль · л<sup>-1</sup>. Зміни її вмісту в крові при м’язовій діяльності індивідуальні та залежать від рівня тренуваності організму, інтенсивності та тривалості фізичних навантажень. Короточасні фізичні навантаження субмаксимальної інтенсивності можуть викликати підвищення вмісту глюкози в крові за рахунок посиленої мобілізації глікогену печінки. Зокрема після забігу на 200 м вміст глюкози в крові звичайно становить 6,02—6,95 ммоль · л<sup>-1</sup>, а після забігу на 400 м — 6,45—7,40 ммоль · л<sup>-1</sup>. Тривалі фізичні навантаження, навпаки, призводять до зниження вмісту глюкози в крові.

За змінами вмісту глюкози в крові судять про швидкість аеробного окиснення її у тканинах організму при м’язовій діяльності та інтенсивності мобілізації глікогену печінки. Цей показник обміну вуглеводів у лабораторному контролі у спортсменів зрідка використовується самостійно, оскільки рівень глюкози в крові залежить не тільки від впливу фізичних навантажень на організм, а й від емоційного стану людини, гуморальних механізмів регуляції, збалансованості раціону та інших чинників.

Крім того, визначення цього показника необхідне при зниженні маси тіла спортсменами з використанням гіпоенергетичних дієт.

Надто високий — понад  $5,5 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$  — вміст глюкози після тренувального заняття може вказувати на погіршення вуглеводного метаболізму, його “недотренованість”. Зниження вмісту глюкози нижче нижньої межі норми —  $3,3 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$  — після тренувального навантаження свідчить про його надмірність та на недостатню швидкість відновлення цього енергетичного субстрату.

Якщо її рівень знижується нижче  $2 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ , то в цьому випадку може виникнути гіпоглікемічний шок. У разі стресових ситуацій, вживання великої кількості вуглеводів може викликати гіперглікемію — підвищення вмісту глюкози в крові, що супроводжується появою глюкози в сечі (глюкозурія). Визначення концентрації глюкози в крові доповнює інформацію про ємність анаеробного гліколітичного процесу, оскільки спортсмени високого класу здатні понад міру використовувати глюкозу для ресинтезу глікогену м'язів, доводячи її концентрацію в крові до  $2,0\text{—}2,5 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ . У осіб, які не займаються спортом, мінімальна концентрація глюкози становить  $4,0\text{—}4,5 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ .

**Лактат крові** — це продукт анаеробного розпаду глюкози або глікогену. Вихід його у кров після припинення роботи відбувається поступово, досягаючи максимуму на 3—7-й хвилині після закінчення роботи. В стані спокою його вміст у крові становить  $1,0\text{—}2,5 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ , а при виконанні фізичних навантажень анаеробного характеру вміст може досягати  $26\text{—}28 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ . Під час інтерпретації даних про вміст лактату в крові можна користуватися даними таблиці 5, а також слід враховувати ряд факторів: характер навантаження, його інтенсивність і обсяг, етап спортивної підготовки, ступінь тренуваності тощо. Крім використання показника лактату в крові для оцінки потужності і ємності гліколітичного механізму енергозабезпечення, а також стану тренуваності, цей показник може бути використаний для визначення лактатного порога, перебігу відновлювальних процесів, якщо рівень лактату в крові визначати в динаміці після тренувальних навантажень.

За змінами рівня лактату в крові залежно від потужності роботи можна виділити такі нормативні показники зон роботи різної інтенсивності:

- зона 1 — при аеробно-відновній роботі, спрямованій на усунення недоокиснених продуктів обміну речовин, що утворилися під час попереднього навантаження. Вміст лактату — у межах  $1,0\text{—}3,0 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ ;

**Таблиця 5** — Можливі зміни вмісту лактату в крові на тестові фізичні навантаження і оцінка стану тренуваності спортсмена

№ з/п	Спрямованість змін	Оцінка стану тренуваності
1	Зниження вмісту лактату в крові при стандартному фізичному навантаженні	Підвищення рівня тренуваності
2	Підвищення вмісту лактату в крові при підвищенні потужності тестового навантаження	Удосконалення анаеробних механізмів енергозабезпечення роботи
3	Відсутність змін або зниження вмісту лактату в крові при підвищенні потужності тестового навантаження	Показник зростання економічності функцій (зростання рівня тренуваності)
4	Відсутність змін вмісту лактату в крові при зниженні потужності тестового навантаження	Зниження рівня тренуваності
5	Різде збільшення вмісту лактату в крові при збереженні потужності роботи	Низький рівень тренуваності

- зона 2 — аеробна тренувальна робота, спрямована на стабілізацію та економізацію аеробної працездатності. Вміст лактату — у межах 3,5—4,5 ммоль л<sup>-1</sup>;

- зона 3 — змішана, з переважанням аеробного енергозабезпечення, робота спрямована на зростання рівня  $\dot{V}O_2\text{max}$ . Вміст лактату — у межах 4,5—7,5 ммоль л<sup>-1</sup>;

- зона 4 — змішана, з аеробною спрямованістю, робота сприяє розвитку витривалості. Вміст лактату — у межах 8,0—11,0 ммоль л<sup>-1</sup>;

- зона 5 — робота спрямована на розвиток швидкісних якостей. Вміст лактату — від 11,0 ммоль · л<sup>-1</sup> до індивідуального максимуму.

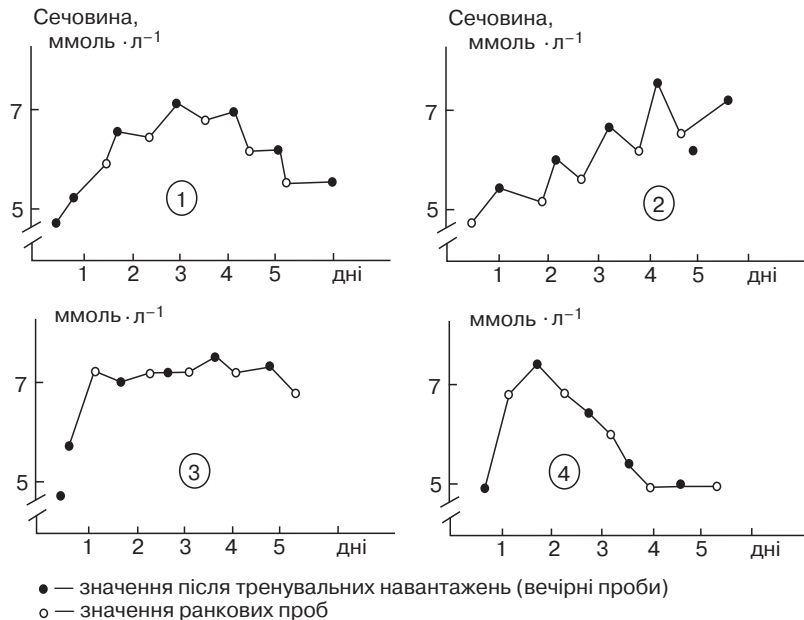
Максимальна кількість лактату в м'язах і артеріальній крові є найважливішим і найбільш популярним показником, який використовується для оцінки анаеробних можливостей спортсменів. Залежно від інтенсивності і тривалості роботи в тестах максимальні величини лактату можуть характеризувати потужність (короткочасні навантаження максимальної анаеробної потужності) або потужність і ємність (субмаксимальна анаеробна робота тривалістю до 3—5 хв) анаеробного гліколітичного процесу. Збільшення можливостей аеробної системи енергозабезпечення супроводжується зменшенням кількості лактату під час виконання стандартного навантаження змішаного аеробно-анаеробного

характеру, або збільшенням працездатності за одних і тих самих показників лактату, що свідчить про ефективну адаптацію і підвищення можливостей аеробної системи енергозабезпечення. В осіб, які не займаються спортом, максимальні значення лактату в артеріальній крові звичайно не перевищують 5—6 ммоль · л<sup>-1</sup>, у добре тренуваних спортсменів можуть досягати 10—15 ммоль · л<sup>-1</sup>. Іноді у спортсменів спостерігається дуже велика концентрація лактату в крові — 20—24 і навіть 24—28 ммоль · л<sup>-1</sup>. Негативні явища в м'язових клітинах, що виникають при цьому, призводять до помітного подовження термінового і відставленого відновлення. Встановлено, що після тренувального навантаження високої інтенсивності з накопиченням лактату в крові до 18 ммоль · л<sup>-1</sup> потрібно (навіть висококваліфікованим спортсменам) 48—72 год для відновлення.

**Рівень сечовини в крові** використовується при непрямій оцінці відновлення аеробної системи енергозабезпечення після тривалої і напруженої тренувальної діяльності, що призводить до вичерпання вуглеводних ресурсів організму і мобілізації білка. Сечовина крові — біохімічний тест на відновлення організму, на переносимість фізичних навантажень, оскільки цей показник відображає співвідношення інтенсивності розпаду білків і їх синтезу.

Норма сечовини в крові, що визначається у спортсменів після дня відпочинку вранці в стані відносного спокою (натщесерце), становить у жінок від 4,5 до 5,5 ммоль · л<sup>-1</sup>, у чоловіків — від 5,0 до 6,5 ммоль · л<sup>-1</sup> залежно від виду спорту, періоду річного циклу підготовки, раціону харчування й індивідуальних особливостей організму. Вміст сечовини може збільшуватися при значному надходженні білків із їжею, а також при порушенні видільної функції нирок. Сечовина в крові дозволяє оцінити переносимість тренувальних навантажень попереднього дня або цілого мікроциклу (оцінити відновлення організму). В тому випадку, якщо вміст сечовини в крові вищий за норму або нижчий, то це свідчить про недовідновлення організму.

Кількість сечовини в крові певною мірою відображає рівень метаболізму білків, його зміни під впливом навантажень, що повторюються. Вміст сечовини збільшується у міру наростання метаболізму білків при підвищенні інтенсивності тренувальних навантажень і їх тривалості. У практиці використовують нормативи рівня сечовини, що відображають граничні й оптимальні рівні катаболізму, розроблені принципи практичного використання цього показника для контролю за перебігом тре-



**Рисунок 15** — Різні варіанти зміни концентрації сечовини залежно від переносимості навантажень:

1 — адаптація (приспособлення) до навантажень; 2 — неповне відновлення (немає зменшення в ранкових вимірах); 3 — накопичення стомлення; 4 — після припинення тренувань

нувального процесу й оцінки адаптації до тренувальних навантажень. Вміст сечовини у крові в межах 6—7 ммоль · л<sup>-1</sup> для чоловіків вказує на те, що тренувальне навантаження попереднього дня або мікроциклу було адекватним функціональному стану організму.

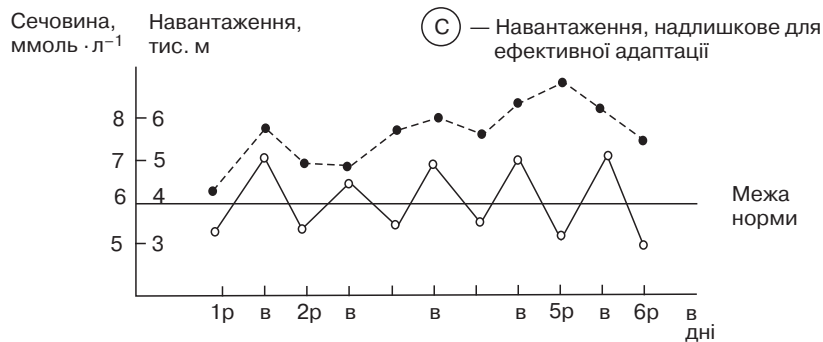
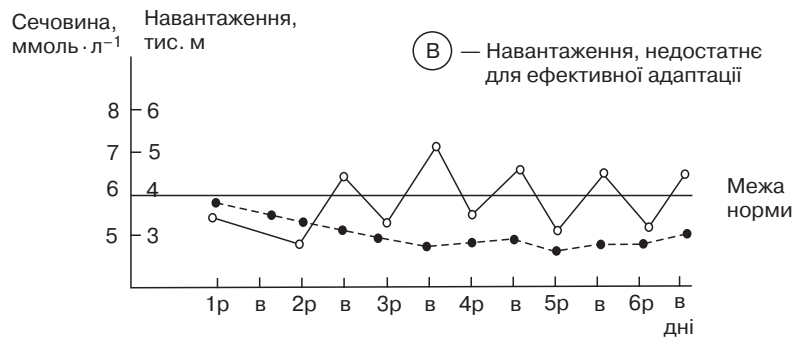
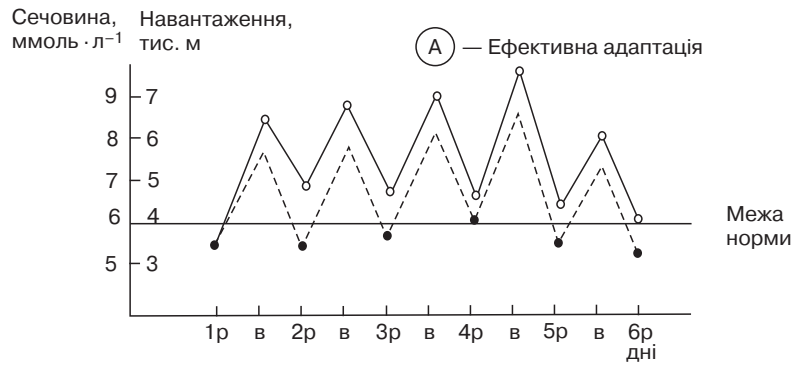
Різні варіанти динаміки сечовини в плазмі крові, яку оцінюють за метаболізмом білків при напружених тренувальних навантаженнях, подано на рисунку 15, де видно, що при постійних вимірюваннях динаміка вмісту сечовини віддзеркалює переносимість серій тренувальних навантажень, що повторюються, за ступенем активації і переважання катаболізму білків. Ступінь накопичення таких змін добре відображено розбіжностями між рівнем сечовини в день навантаження (вечірні проби) і на наступний день (ранкові проби натще), з урахуванням абсолютного рівня сечовини крові відносно індивідуальної норми.

Показано, що при стрибкоподібному переході спортсменів на підвищений рівень навантажень під час використання в тренувальних навантаженнях рухів, незвичних за структурою, і при збільшенні в тренуванні частки поступальних (ексцентричних) режимів роботи м'язів (типу спуску з гори, гонки під гору тощо) концентрація сечовини зростає вище індивідуальної норми на 1–1,5 ммоль · л<sup>-1</sup> і може зберігатись 1—2 тиж. У подібних випадках це відображає збільшення катаболізму структурних білків м'язів.

Контроль динаміки і рівня сечовини крові можна використовувати для оцінки ефективності процесу адаптації як відображення загальної переносимості тренувальних навантажень. Розроблено нормативи для такого контролю навантажень. На рисунку 16 показано випадки адекватності і неадекватності режимів тренувальних навантажень стосовно адаптаційних можливостей організму спортсмена. Так, адекватна тренувальним навантаженням динаміка катаболічних і анаболічних відновних процесів відмічається у випадку, якщо підвищення концентрації сечовини після кожного тренувального навантаження поєднується з її зниженням до нормативного рівня до ранку наступного дня тренувального заняття (верхня частина — рис. 16 (А)). При цьому відмічається стійка адаптація на основі відповідності поточних тренувальних навантажень адаптаційним можливостям організму спортсменів.

На рисунку 16 (В) показано випадок, коли обсяги тренувальних навантажень не стимулюють належною мірою анаболічні процеси і тому не мають належного тренувального ефекту. Однак такі варіанти зміни вмісту сечовини у крові можуть мати місце й у випадках хронічного невідновлення спортсмена, накопичення втоми.

У нижній частині рисунка 16 (С) зображено випадок процесу адаптації, коли адаптаційні можливості спортсмена не відповідають режимам тренувальних навантажень, що застосовуються. Цей варіант пристосування, коли зміст сечовини в крові наростає від заняття до заняття (навіть в одному мікроциклі), вимагає тривалого відновлення. Тому важливо не допускати такого розвитку процесу адаптації, коли настає стійке перевантаження катаболічних сторін метаболізму над анаболічними процесами. При особливо важких (“ударних”) тренувальних навантаженнях і мікроциклах можливі більші піки збільшення рівня сечовини в крові. У цьому випадку несприятливою реакцією є неадекватно високий щодо тренувального навантаження рівень



----- — сечовина;                      р — ранкові вимірювання;  
 ————— — обсяг навантаження;      в — вечірні вимірювання;

**Рисунок 16** — Характеристика адекватної (А) і неадекватної адаптаційним можливостям організму (В, С) динаміки катаболічних і анаболічних процесів у мікроциклі тренування кваліфікованих плавців із різною індивідуальною реакцією на навантаження за показниками концентрації сечовини в крові



сечовини в крові протягом 4—5 днів і більше відновлювального мікроциклу.

**Білірубін.** Зростання його вмісту в сироватці крові вказує на порушення функції печінки. В нормі вміст загального білірубіну становить до  $20,0 \text{ мкмоль} \cdot \text{л}^{-1}$ , а прямого — не більше  $4,0 \text{ мкмоль} \cdot \text{л}^{-1}$ . Підвищення вмісту білірубіну може бути також пов'язане у спортсменів із застосуванням анаболічних стероїдів, антибіотиків, протизапальних нестероїдних засобів.

**Креатинін.** Ця речовина утворюється у м'язах у процесі розпаду креатинфосфату. Вміст його у сироватці крові становить у жінок 44—80, а у чоловіків —  $53,0—97,0 \text{ мкмоль} \cdot \text{л}^{-1}$ . Зростання вмісту креатиніну понад нормальне значення може вказувати на попереднє надінтенсивне навантаження, яке супроводжується значним розпадом м'язових волокон, а також на нерегламентоване вживання засобів, що вміщують креатин.

**Калій.** Вміст цього іона у сироватці крові становить  $3,6—6,4 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ , а його перевищення (понад  $6,8—7,0 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ ), іноді за рахунок прийому калій-вмісних препаратів (наприклад, аспаркам, панангін), може призводити до ацидозу, погіршення насосної функції міокарду, а іноді до фатальних наслідків. Зниження концентрації  $\text{K}^+$  може спостерігатися при недостатньому його вмісті в раціоні, вираженому стресі, накопиченні основних інгредієнтів у крові, хронічних запаленнях, застосуванні заборонених сечогінних препаратів (діуретиків).

**Натрій.** Вміст цього іона в сироватці крові коливається у межах від 135 до  $155 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ . Зростання вмісту  $\text{Na}^+$  вище верхньої межі референтних значень може бути обумовлене не тільки нерегламентованим вживанням кухонної солі, й зневодненням унаслідок порушення роботи нирок, а також застосуванням анаболічних стероїдів. Зменшення вмісту цього іона може вказувати на розвиток ниркової недостатності, а також діабету.

**Хлор.** Вміст іонів хлору в нормі становить  $102—106 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$ , а його зростання разом із підвищенням концентрації іонів  $\text{Na}^+$  зазвичай пов'язане з нерегламентованим вживанням кухонної солі, проте може вказувати і на розвиток зневоднення та гострої ниркової недостатності, анемії тощо. Зниження концентрації іонів  $\text{Cl}^-$  спостерігається при інфекційних захворюваннях, порушеннях функції нирок, накопиченні основних інгредієнтів у крові при порушеннях газообміну та обміну речовин.

**Кальцій.** Кальцій у сироватці крові присутній як у вільному вигляді, так і у вигляді комплексу з білками плазми крові, здебільшого з альбуміном. Концентрація іонів  $\text{Ca}^{+}$  в нормі становить  $2,0\text{—}2,8$  ммоль  $\cdot$  л<sup>-1</sup>. Зростання вмісту цього іона може вказувати на порушення функції підшлункової залози (гострий панкреатит) та зневоднення. Зниження концентрації іонів  $\text{Ca}^{+}$  у спортсменів найчастіше пов'язане з дефіцитом вітаміну Д, що призводить до розвитку остеопенії та остеопорозу, погіршує якість життя. Крім того, це є фактором зниження ефективності тренувального процесу.

Особливий інтерес у лабораторній діагностиці у спортсменів виявляють **тканинні ферменти**, які за різних функціональних станів організму надходять у кров зі скелетних м'язів і інших тканин. Такі ферменти називають клітинними, або індикаторними. До них належать альдолаза, каталаза, лактатдегідрогеназа, креатинкіназа, аспартат- та аланін-амінотрансферази (АСТ та АЛТ),  $\gamma$ -глутамілтрансфераза (ГГТ), основна фосфатаза тощо. Поява в крові індикаторних ферментів, пов'язана з порушенням проникності клітинних мембран тканин, може використовуватися при біохімічному контролі за функціонального стану спортсмена.

У спортивній практиці часто визначають наявність у крові такого тканинного ферменту, що бере участь у процесах біологічного окиснення речовин, як **альдолаза** (значення активності ферменту в нормі від 0 до 7 МО  $\cdot$  л<sup>-1</sup>), яка є одним із ферментів гліколізу. Поява його та інших тканинних ферментів у крові після фізичних навантажень є показником неадекватності фізичного навантаження, розвитку стомлення, а швидкість їх зникнення свідчить про швидкість відновлення організму.

Після виконання фізичних навантажень у крові можуть з'являтися окремі форми ферментів, а саме **креатинфосфокінази**, скорочено КФК (значення загальної активності ферменту в нормі від 170 до 195 МО  $\cdot$  л<sup>-1</sup>) та **лактатдегідрогенази**, характерних для якоїсь окремої тканини. Так, після тривалих фізичних навантажень у крові спортсменів з'являється форма КФК, характерна для скелетних м'язів (значення активності цієї форми ферменту в нормі нижче 10 МО  $\cdot$  л<sup>-1</sup>). Якщо фізичне навантаження викликає значний вихід ферментів у кров з тканин і їхній високий рівень довго утримується в період відпочинку, це свідчить про недостатній рівень тренуваності спортсмена і, цілком можливо, також

може вказувати на передпатологічний стан організму, в тому числі й на розвиток спортивно-медичної патології.

Для визначення функціонального стану печінки, основного органу природної детоксикації організму, в лабораторному контролі у спортсменів найчастіше використовують визначення активності **АлТ**, **АСТ**, **ГГТ**. Активність АлТ в нормі коливається до  $42,0 \text{ МО} \cdot \text{л}^{-1}$ , активність АСТ — до  $37,0 \text{ МО} \cdot \text{л}^{-1}$ . Зростання активності одного або разом обох ферментів може вказувати на розвиток печінково-больового синдрому, хронічного гепатиту різного походження. Якщо при цьому підвищена також активність ГГТ, активність якої в нормі становить від 11 до  $39 \text{ МО} \cdot \text{л}^{-1}$ , то слід направити спортсмена на консультацію до гастроентеролога.

Важливим ферментом, на активність якого слід звертати увагу при лабораторному контролі у спортсменів, є  **$\alpha$ -амілаза** (активність її в нормі коливається до  $222,0 \text{ МО} \cdot \text{л}^{-1}$ ), що характеризує функціональний стан підшлункової залози. Порушення стану цього органу є суттєвим фактором не тільки погіршення стану здоров'я, а й негативно впливає на фізичну працездатність.

### **Показники гематологічного гомеостазу**

**Гематологічний гомеостаз** — це сталість показників системи крові, передовсім її клітин, та їх співвідношення з рідкою частиною крові — плазмою. Основний принцип гематологічного контролю в умовах спортивної діяльності — це можливість використання параметрів кількісного та якісного складу крові як інформативних критеріїв функціонального стану, а під час проведення тривалих індивідуальних спостережень за динамікою картини крові — функціональних можливостей організму спортсменів. Під час оцінки результатів аналізу крові спортсменів слід враховувати:

- специфіку рухової активності;
- рівень спортивної майстерності;
- період і етап річного тренувального циклу;
- індивідуальні характеристики спортсмена (стать, вік, генетичні особливості, фармакологічні препарати, які він приймає, тощо).

При використанні сучасних автоматичних приладів визначаються наступні показники гематологічного гомеостазу:

- вміст лейкоцитів;
- вміст еритроцитів;

- вміст гемоглобіну;
- гематокрит;
- абсолютний вміст гемоглобіну в еритроциті;
- відносний вміст (концентрація) гемоглобіну в еритроциті;
- значення середнього об'єму еритроцитів;
- анізоцитоз;
- вміст тромбоцитів;
- показники, що визначають якісні характеристики клітин крові.

**Вміст лейкоцитів** у крові спортсменів у нормі коливається в межах від  $4,0$  до  $6,6 \cdot 10^9 \cdot \text{л}^{-1}$ . Зростання величини цього показника (лейкоцитоз) відображає термінову реакцію організму спортсмена на тренувальне навантаження, а також на наявність вірусного або інфекційного захворювання, запалення (тонзиліт, карієс тощо). За допомогою оцінки ступеня зростання вмісту лейкоцитів разом з урахуванням кількісних зрушень концентрації інших клітин крові (лімфоцитів) можна виокремити фази термінових постнавантажувальних змін, починаючи зі сприятливої (адекватна реакція на тренувальне навантаження) та закінчуючи інтоксикаційною, коли негайно слід відсторонити спортсмена від тренувань. Зменшення вмісту лейкоцитів нижче  $3,5 \cdot 10^9 \cdot \text{л}^{-1}$  (лейкопенія) вказує на зниження імунного захисту та може бути обумовлене нераціональним застосуванням нестероїдних протизапальних препаратів, антибіотиків, сульфаніламідів. Стійка тривала лейкопенія є приводом для звернення до гематолога.

**Вміст еритроцитів** у спортсменів у нормі становить  $3,86$ — $5,53 \cdot 10^{12} \cdot \text{л}^{-1}$ . Цей показник є критерієм відставленої реакції організму на тренувальне навантаження, і його зниження знаходиться у прямій залежності з параметрами фізичної працездатності. Підвищене значення (вище  $8,0 \cdot 10^{12} \cdot \text{л}^{-1}$ ) цього показника часто спостерігається після тренувань в умовах середньогір'я або при застосуванні еритропоєтину, який є забороненим препаратом.

**Гемоглобін крові** — це показник киснево-транспортної функції крові, що має відмінності залежно від статі:  $120$ — $140 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$  (жінки) і  $130$ — $160 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$  (чоловіки). Вміст гемоглобіну в нормі у спортсменів коливається в межах від  $124,8$  до  $167,13 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$ . При стабільному рівні гемоглобіну у крові нижче  $136 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$  або вище  $156 \text{ г} \cdot \text{л}^{-1}$  застосування цього показника в системі оцінки поточного функціонального стану організму спортсмена є недоцільним. Зниження рівня гемоглобіну нижче нижньої

межі норми супроводжується погіршенням транспорту кисню та відповідно фізичної працездатності спортсмена.

Зниження вмісту гемоглобіну та еритроцитів може розцінюватися не тільки як реакція на тренування, а і як прояви функціональної спортивної анемії, що потребує фармакологічної корекції. Відставлені зміни складу у червоній крові, які реєструють через 15—24 год після інтенсивних навантажень, у цілому мають три типи реакції: від нормальної до патологічної.

Показник схильний до значних змін унаслідок зниження маси тіла, дегідратації організму в результаті втрати рідини при підвищеній температурі і низькій вологості, в умовах гірської місцевості, при використанні сечогінних засобів. Дегідратація, у свою чергу, призводить до зменшення об'єму циркулюючої крові за рахунок втрати міжклітинної рідини і цитоплазми, що викликає збільшення вмісту еритроцитів і гемоглобіну в крові, підвищення її в'язкості (гематокриту).

У результаті адаптації організму до дії навантажень аеробного характеру вміст гемоглобіну підвищується. Таке саме явище спостерігається під час проведення тренувальних зборів у гірській місцевості в результаті підвищеного вироблення ендogenous еритропоетину. Вміст гемоглобіну в крові може знижуватися внаслідок дефіциту в їжі заліза або його поганого засвоєння.

Вміст гемоглобіну в крові необхідно визначати у представників усіх спортивних спеціалізацій, оскільки цей показник є одним з основних факторів, що лімітує транспорт кисню в тканині, а звідси, й аеробну фізичну працездатність у цілому. Особливу значущість цей показник має під час проведення гірської підготовки, коли відставленим ефектом є посилення процесу еритропоезу під впливом гіпоксичних умов, також використання різних маніпуляцій із кров'ю і вживання еритропоетину (ЕПО — клас заборонених засобів, допінговий препарат).

**Гематокрит** — показник, що характеризує в'язкість крові (об'ємне співвідношення формених елементів крові і плазми). Норма: 40—54 % (чоловіки) і 36—42 % (жінки). Гематокрит тісно пов'язаний як з кількістю еритроцитів у крові, так і зі ступенем гідратації організму.

Зниження величини цього показника нижче норми може вказувати на порушення питного режиму напередодні проведення аналізу, а його зростання — на суттєве збільшення кількості еритроцитів або зневоднення організму спортсменів внаслідок інтенсивних тренувальних на-

вантажень, жаркого клімату тощо. Підвищення гематокриту понад 50 % свідчить про згущування крові внаслідок дегідратації організму або використання заборонених маніпуляцій із кров'ю.

**Середній об'єм еритроцитів.** Це відносно новий для лабораторного контролю у спорті параметр. Він дуже показовий для ранньої характеристики передозування тренувальної роботи на витривалість. Нормальне значення цього параметра коливається у межах 79—88 фемталітрів (10—15 л). На передзмагальному етапі та безпосередньо змагальному етапі змагального періоду річного циклу підготовки, незалежно від кваліфікації спортсменів, при високому рівні підготовленості та доброму функціональному стані організму спортсменів відмічається зниження середнього об'єму еритроцитів. При погіршенні функціонального стану організму цей параметр збільшується. Під час виконання навантажень аеробної та аеробно-анаеробної спрямованості показник середнього об'єму еритроцитів не може бути використаний як інформативний діагностичний параметр.

Слід зазначити, що реєстрація та подальша оцінка величин вмісту еритроцитів та гемоглобіну без урахування змін середнього об'єму еритроцитів є малоінформативною, оскільки не дає змоги відстежити перенапруження відповідних систем регуляції складу червоної крові. Величина середнього об'єму еритроцитів є обов'язковим критерієм для встановлення діагнозу “спортивна анемія”, причому повинні враховуватися зрушення в обидва боки від нормальних значень.

**Середній абсолютний та середній відносний вміст (концентрація) гемоглобіну в еритроциті.** Ці характеристики еритроцитів дуже важливі під час оцінювання розвитку адаптаційних можливостей спортсменів. Нормальне значення абсолютного вмісту гемоглобіну в еритроциті становить 24—32 пг (10—12 г), а відносного вмісту — 30—38 г · дл<sup>-1</sup>. З урахуванням того, що між концентрацією гемоглобіну в крові та середнім вмістом гемоглобіну в еритроциті існує достовірний взаємозв'язок, зниження останнього показника швидше за все вказує на нестачу пластичних субстратів (білка та/або заліза) для побудови молекули гемоглобіну. З іншого боку, наявність взаємозв'язку середнього абсолютного вмісту гемоглобіну в еритроцитах з концентрацією еритроцитів може свідчити про перевищення швидкості утворення еритроцитів над швидкістю утворення гемоглобіну.

Показником кількості еритроцитів, що відрізняються за об'ємом, є **анізоцитоз**. Цей показник визначається більшістю гематологічних

аналізаторів як коефіцієнт варіації середнього об'єму еритроцитів (RDW):

$$\text{RDW} = \text{SD}/\text{MCV} \cdot 100 \%,$$

де SD — стандартне відхилення об'єму еритроцитів від середнього значення;

MCV — середній об'єм еритроцитів.

У нормі у спортсменів значення анізоцитозу не повинне перевищувати 12–14 %. Якщо цей показник становить вище 15 %, то слід думати не тільки про надінтенсивне фізичне навантаження, а й про патологію еритроцитарної мембрани, що можна визначити за допомогою додаткових біохімічних методів дослідження, зокрема перекисного окиснення ліпідів у мембранах еритроцитів, їхньої гемолітичної стійкості та дослідження сорбційної здатності. За стандартних умов лабораторного контролю в спорті ці тонкі характеристики властивостей мембрани еритроцитів зазвичай не використовуються.

**Вміст тромбоцитів** у нормі у спортсменів коливається від  $220\text{—}360 \cdot 10^9 \cdot \text{л}^{-1}$ . Зменшення величини цього показника нижче нижньої межі норми може бути пов'язане із суттєвим зниженням гематокриту, а його зростання, особливо стійке та виразне, є фактором погіршення текучості крові (зростання в'язкості) і потребує консультації гематолога.

Таким чином, комплексне лабораторне дослідження показників біохімічного та гематологічного гомеостазу в спортсменів дає важливу інформацію тренерам та спортивним лікарям про фізіологічний стан організму спортсмена, а також про зміни, які відбуваються в організмі під впливом різноманітних зовнішніх та внутрішніх чинників. Проведення комплексного лабораторного контролю є невід'ємною частиною діагностичного процесу і наступного моніторингу функціонального стану спортсмена на фоні фармакологічного забезпечення тренувального та змагального процесів.

### Контрольні запитання

1. *Що розуміють під метою та завданням біохімічного контролю у спорті?*
2. *Як називають процес утворення лактату у крові?*

3. Які існують шляхи утворення й виведення з організму молочної кислоти? Що називають нормативними показниками вмісту лактату у стані спокою та за умов фізичного навантаження?
4. Про що свідчить зменшення вмісту лактату у крові під впливом стандартного не максимального навантаження?
5. Про що свідчить різке зростання вмісту лактату у крові при збереженні потужності тестового навантаження?
6. Які чинники потрібно враховувати в процесі інтерпретації даних про вміст лактату у крові спортсменів?
7. Яку роль відіграє гемоглобін в обміні речовин? Які чинники впливають на рівень цього показника?
8. Який існує принцип методу визначення рівня гемоглобіну в крові?
9. Як згущення крові впливає на рівень гемоглобіну у крові спортсменів?
10. Які нормативні показники вмісту еритроцитів у крові чоловіків та жінок?
11. Під впливом яких чинників відбувається гемоліз еритроцитів?
12. Яка значущість показника гематокриту у крові за умов м'язової діяльності?
13. Від яких чинників залежить рівень гематокриту у крові спортсменів?
14. Яка значущість вмісту сечовини у крові спортсменів в умовах стандартного спокою (вранці, у спокої, натще)?
15. Чому рівень сечовини у крові свідчить про стан відновлювальних процесів у спортсменів?
16. Про що свідчить зменшення вмісту сечовини у крові в умовах стандартного спокою?
17. З якою метою визначають вміст сечовини у крові після виконання фізичних навантажень?
18. Від яких чинників залежить вміст глюкози у крові спортсменів?
19. У чому полягає біологічна роль глюкози?
20. Які нормативні показники вмісту глюкози у крові в стані спокою?
21. Яка звичайна тенденція зміни вмісту глюкози у крові під впливом потужного короткочасного навантаження та тривалого?
22. Що називають гіперглікемією і які причини її виникнення за умов фізичних навантажень?
23. Які біохімічні показники визначають у процесі поточного біохімічного контролю?
24. Які біохімічні показники визначають у процесі етапного контролю та поглиблених обстежень?

## Рекомендована література

*Биохимические* показатели крови и мочи: метод. рекомендации. — К.: МОЗ Украины, УЦСМ, 2007. — 30 с.

Бородин Е. А. Биохимический диагноз (физиологическая роль и диагностическое значение биохимических компонентов крови и мочи) / Е. А. Бородин. — Ч. 1. — Благовещенск, 1991. — 143 с.



- Волков Н. И.* Биохимия мышечной деятельности / Н. И. Волков, Э. Н. Несен, А. А. Осипенко, С. Н. Корсун. — К., Олимп. л-ра, 2000. — 504 с.
- Вілмор Дж. Х.* Фізіологія спорту / Дж. Х. Вілмор, Д. Л. Костілл. — К.: — Олімп. л-ра, 2003. — 658 с.
- Гематология.* Новейший справочник / под ред. К. М. Абдулкадырова. — М.: Эксмо; СПб: Сова, 2004. — 928 с.
- Допинг* и эргогенные средства в спорте / под ред. Платонова В. Н. — К.: Олимп. л-ра, 2003. — 575 с.
- Камышников В. С.* Клинические лабораторные тесты от А до Я и их диагностические профили / В. С. Камышников. — М.: МедПрессИнформ, 2005. — С. 78—80, 147—148, 268—272.
- Кровь.* Клинический анализ крови: интерпретация результатов / Г. И. Козинец, В. М. Погорелов, О. А. Дягилева, И. Н. Наумова. — М.: Медицина XXI, 2006. — 256 с.
- Лабораторные* показатели в системе медико-биологического контроля за спортсменами: метод. рекомендации. — К.: МОЗ Украины; УЦСМ, 2007. — 49 с.
- Лактатный* порог и его использование для управления тренировочным процессом: метод. рекомендации / под ред. Полищука Д. А. — Вып. 4. — К.: Абрис, 1997. — 62 с.
- Макарова Г. А.* Лабораторные показатели в практике спортивного врача: справ. руководство / Г. А. Макарова, Ю. А. Холявко. — М.: Сов. спорт, 2006. — 200 с.
- Мак-Комас А. Дж.* Скелетные мышцы / А. Дж. Мак-Комас. — К.: Олимп. л-ра, 2001. — 408 с.
- Марков Г. В.* Система восстановления и повышения физической работоспособности в спорте высших достижений: метод. пособие / Г. В. Марков, В. И. Романов, В. Н. Гладков. — М.: Сов. спорт, 2006. — 52 с.
- Михайлов С. С.* Спортивная биохимия / С. С. Михайлов. — М.: Сов. спорт, 2006. — 255 с.
- Метаболизм* в процессе мышечной деятельности / под ред. М. Харгривса. — К.: Олимп. л-ра, 1999. — 320 с.
- Мохан Р.* Биохимия мышечной деятельности и физической тренировки / Р. Мохан, М. Глессон, П. Л. Гринхафф. — К.: Олимп. л-ра, 2001. — 296 с.
- Питание* спортсменов. Руководство для профессиональной работы с физически подготовленными людьми / под ред. Кристин А. Розенблюм. — К.: Олимп. л-ра, 2006. — 535 с.
- Платонов В. Н.* Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. — М.: Сов. спорт, 2005. — 820 с.
- Сили Род Р.* Анатомия и физиология / Род Р. Сили, Д. Стивен Тренд. — Т. I. — К.: Олимп. л-ра, 2007. — 662 с.
- Спортивная* медицина: практич. рекомендации / под ред. Р. Джексона. — К.: Олимп. л-ра, 2003. — 383 с.
- Спортивная* фармакология и диетология / под ред. С. А. Олейника, Л. М. Гуниной. — М.: ООО “И. Д. Вильямс”, 2008. — 256 с.
- Тнимова Г. Т.* Молекулярные механизмы адаптации к мышечной деятельности / Г. Т. Тнимова. — Караганда, 2004. — 183 с.

*Хребтова А. Ю.* Функциональное значение особенностей периферической крови у спортсменов с различной направленностью тренировочного процесса / А. Ю. Хребтова // Теория и практика физической культуры. — 1999. — № 1. — С. 42 — 44.

*Юрковский О. И.* Оценка состояния здоровья с помощью клинико-лабораторных исследований / О. И. Юрковский. — СПб: Элби, 2003. — 56 с.

*Banfi G.* Preanalytical phase of sport biochemistry and haematology / G. Banfi, A. Dolci // J. Sports Med. Physical Fitness. — 2003. — V. 43, № 2. — P. 223 — 230.

*Buttarelli M.* Automated blood cell counts. State of the art / M. Buttarello, M. Plebani // Am. J. Pathol. — 2008. — V. 130. — P. 104 — 116.

## **МЕТОДИ ОЦІНКИ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СЕРЦЕВО-СУДИННОЇ СИСТЕМИ І ЇЇ РЕГУЛЯТОРНИХ МЕХАНІЗМІВ**

Методами оцінки функціонального стану серцево-судинної системи і її регуляторних механізмів у спокої є векторкардіографія, електрокардіографія і методи математичного аналізу особливостей варіабельності серцевого ритму.

Електричні процеси в серцевому м'язі, що несуть важливу інформацію як про сам орган, так і про шляхи і ступінь його іннервації, вивчаються в основному за допомогою методів електрокардіографії (ЕКГ), векторкардіографії (ВКГ), методів математичного аналізу варіабельності серцевого ритму (рис. 17). Методи векторкардіографії та електрокардіографії дозволяють оцінити наявність і ступінь вияву гіпертрофії міокарда різних відділів серця, оцінити метаболічне забезпечення м'яза серця, виявити гемодинамічне перевантаження передсердя, тобто визначити шляхи адаптації серця до фізичних навантажень різної спрямованості. Розроблені критерії оцінки високих і знижених резервних можливостей серця дозволяють своєчасно вносити корекцію в тренувальний процес, сприяють його оптимізації. Дані векторкардіографії використовують під час відбору спортсменів до різних за спрямованістю видів діяльності. Метод ВКГ знайшов широке застосування як у циклічних, так і в таких видах спорту, як важка атлетика, гімнастика спортивна і гімнастика художня, стрибки у воду, веслувальний слалом, боротьба греко-римська, боротьба вільна тощо.

**Метод векторкардіографії** більш інформативний під час визначення гіпертрофії міокарда порівняно з іншими електрофізіологічними метода-



**Рисунок 17** — Тестування спортсмена за методом векторкардіографії (а) та математичного аналізу варіабельності серцевого ритму (б)

ми. За допомогою цієї методики реєструють петлеподібні криві, які певним чином характеризують електричну активність різних ділянок серця.

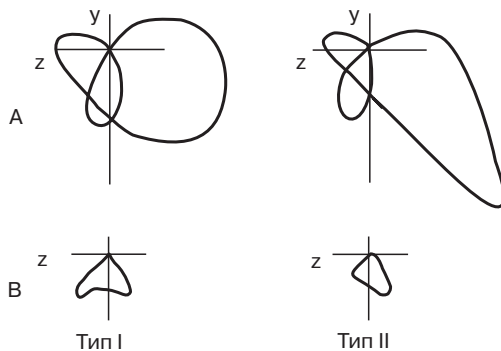
Векторкардіограма складається з трьох петель — Р, QRS і Т, які аналогічні зубцям звичайної електрокардіограми.

Усі три петлі ВКГ мають загальну нульову точку, в якій починається і закінчується петля. Велика зовнішня петля QRS відповідає процесу деполяризації шлуночків. Усередині розташована петля Т, що відображає процеси реполяризації. Найменша петля Р характеризує функціональний стан передсердь.

Численними дослідженнями було доведено перевагу методу ВКГ перед ЕКГ у плані більш ранньої діагностики початкових форм гіпертрофії, що дозволяє вирішити, за яким типом — фізіологічним або патологічним — відбувається її розвиток. ВКГ більш тонко, ніж ЕКГ, реагує на фізичне навантаження, що дозволяє краще виявити і резервні можливості серця. Це дає більш диференційовану відповідь про характер адаптації серця до навантаження.

Стабільність графіки ВКГ при динамічних спостереженнях розкриває перспективи використання ВКГ як інформативного методу дослідження поточного функціонального стану в мікро- і макроциклах тренування.

У роботах ряду вчених показано, що передсердя відіграють важливу роль у збільшенні кровонаповнення шлуночків і підвищенні ефективності їхньої роботи. Численні дослідження показали, що фізичні навантаження різної спрямованості сприяють розвитку гіпертрофії міокарда



**Рисунок 18** — Адаптаційна перебудова об'ємного електричного поля шлуночків (А) і передсердь (В) у сагітальній площині залежно від спрямованості тренувального процесу у висококваліфікованих спортсменів (тип I переважно з анаеробною спрямованістю, тип II переважно з аеробною спрямованістю)

топографічно визначених відділів серця, а порівняння індивідуальних даних із модельними — дозволяють оцінити стан резервних можливостей серця до фізичних навантажень визначеної спрямованості. При цьому збільшення потенціалу векторів вільної стінки лівого шлуночка розцінюється як підвищення резервних можливостей серця переважно до роботи аеробного характеру, а передньої бокової стінки правого шлуночка і задньобазального відділу серця — до роботи швидкісно-силового характеру (рис. 18).

Метод векторкардіографії дозволяє визначити критерії оцінки високих та знижених резервних можливостей серця, що характеризують функціональні резерви серцево-судинної діяльності.

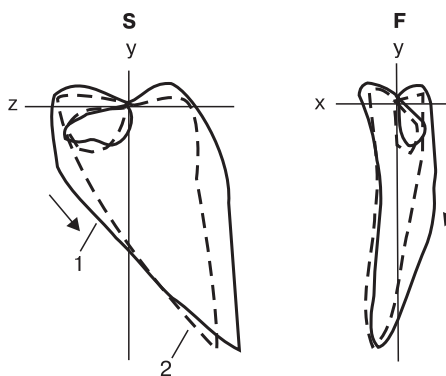
**Критерії оцінки високих резервних можливостей серця.** Об'ємне електричне поле серця в річному тренувальному циклі зазнає певних змін. Вони полягають у підвищенні електричної активності міокарда в підготовчому періоді і зниженні в змагальному періоді.

Зниження об'ємного електричного поля шлуночків у змагальному періоді тренування — це важливий факт, як у теоретичному, так і в практичному відношенні. Найбільш показово це виявляється в зміні просторової площі шлуночкової петлі.

Зменшення площі петлі QRS у змагальному періоді після її збільшення в підготовчому періоді є надійним критерієм оцінки високого рівня резервних можливостей серця у спортсменів, що розвивають витривалість.

Інтенсивне тренування прискорює зміну об'ємного електричного поля шлуночків. Дослідження показали, що оптимальне зменшення просторової площі петлі QRS у змагальному періоді порівняно з підготов-

**Рисунок 19** — Зменшення площі шлуночкової петлі в змагальному періоді тренування (2) порівняно з підготовчим (1) у ЗМС Б-ва (S — сагітальна площина; F — фронтальна площина)



чим становить 20—30 % (рис. 19). Менш сприятливе її зниження — на 30—50 %.

Відсутність у висококваліфікованих спортсменів із великим спортивним стажем зменшення просторової площі петлі QRS наприкінці змагального періоду, а тим більше її значне збільшення порівняно з підготовчим періодом, свідчать про неекономний шлях функціонування серцево-судинної системи і знижені, у зв'язку з цим, резервні можливості серця. Це може бути результатом як недостатнього (або неправильного за спрямованістю), так і надмірного тренування. У першому випадку зменшення площі петлі QRS ще не досягнуто, а в другому — вже пройдено.

**Критерії оцінки знижених резервних можливостей серця.** Завдяки динамічним дослідженням за спортсменами різного рівня підготовленості встановлені критерії знижених морфофункціональних можливостей серця, які прогностично несприятливі відносно подальшого підвищення функціональних резервів і зростання спортивних результатів. Залежно від фону, на якому вони розвивалися, критерії можна розподілити на декілька груп:

- 1) фізіологічні;
- 2) передпатологічні;
- 3) патологічні.

Усі критерії характеризуються різною картиною ВКГ змін і включають ряд певних ознак.

**Фізіологічні критерії.** Вказану групу об'єднує єдиний патогенез — переважання різного ступеня виразності тоногенної дилатації серцевого м'яза (перевищує оптимальний рівень) над її гіпертрофією.

Ознаки зниження резервних можливостей серця виникають у здорових спортсменів і пов'язані з тривалим, часом надмірним, впливом великих фізичних навантажень.

**Різке зменшення площі петлі QRS у річному циклі підготовки.**

При значному зменшенні об'ємного електричного поля шлуночків від підготовчого до змагального періоду тренування на ВКГ реєструється вузька й укорочена шлуночкова петля з малою площею. Загальна площа шлуночкової петлі зменшена у змагальному періоді більше ніж на 30 % відносно підготовчого періоду (рис. 20).

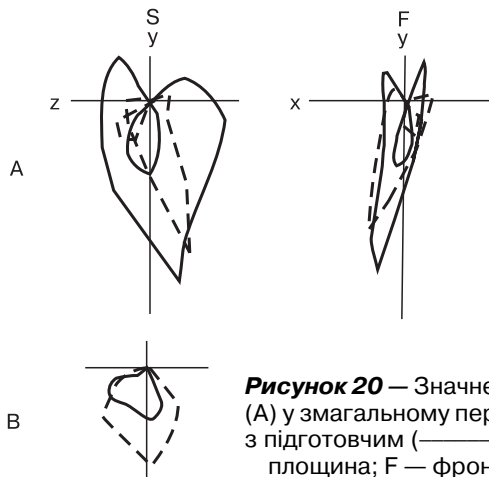
Зазначені векторкардіографічні зміни поєднуються зі зниженням спеціальної працездатності (саме швидкісних якостей), тоді як спроможність до роботи аеробного характеру зберігається.

Цей стан минає, і до наступного тренувального періоду електрична активність шлуночків відновлюється.

**“Застигла” петля.** У динаміці річного циклу, незважаючи на зміни характеру і спрямованості тренувального процесу, відповідно до періодів підготовки реєструється майже незмінна графіка шлуночкової петлі. Одна петля ненавчливо вписується в іншу, така стабільність графіки ВКГ нагадує “застиглу” петлю.

Векторкардіограма шлуночків характеризується помірно вираженою гіпертрофією міокарда переважно правого або лівого шлуночка і супроводжується підвищеною активацією передсердь, що свідчить про зниження скорочувальної функції міокарда шлуночків. Такі зміни звичайно відмічаються у спортсменів із великим спортивним стажем (рис. 21; I тип).

Стабілізація об'ємного електричного поля шлуночків у різні періоди річного тренувального циклу іноді спостерігається й у молодих спортсменів. Однак, вона не супроводжується підвищенням активації передсердь і здебільшого пов'язана з невикористаними функціональними



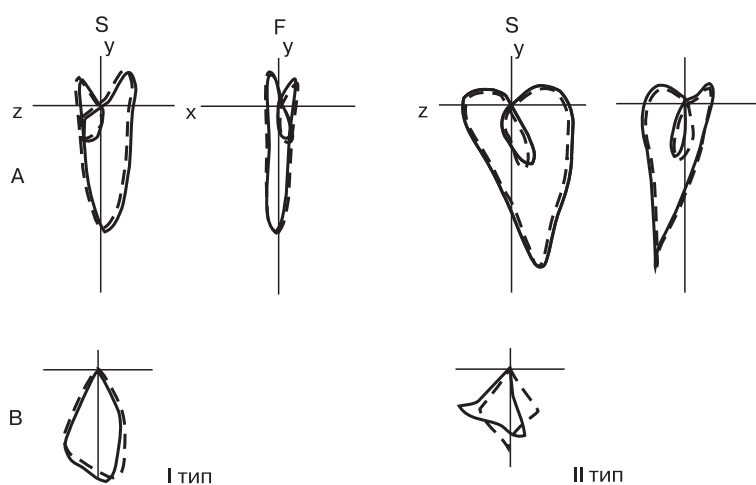
**Рисунок 20** — Значне зменшення площі шлуночкової петлі (А) у змагальному періоді тренування (- - - -) порівняно з підготовчим (—) у спортсмена М-на (S — сагітальна площина; F — фронтальна площина; B — передсердя)

ми можливостями серця. Це є підставою для подальшої інтенсифікації тренувального процесу і розширення резервних можливостей серця (рис. 21; II тип).

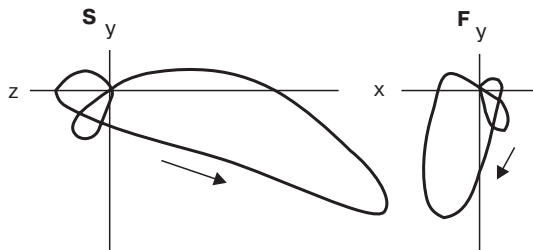
**Поступове зменшення площі петлі QRS у процесі багаторічної підготовки.** У спортсменів із великим спортивним стажем спостерігається поступальне зменшення об'ємного електричного поля шлуночків, що найбільш чітко виявляється у підготовчому періоді тренування.

Згадана ознака часто сполучається із тенденцією до стабілізації графіки ВКГ шлуночків у річному циклі. Ці зміни є наслідком превалювання тоногенної дилатації над гіпертрофією міокарда і можуть служити передвісником стабілізації, а в подальшому призводити до зниження резервних можливостей серця. Це один із шляхів зниження спортивної працездатності зі збільшенням спортивного стажу і віку.

**Передпатологічні критерії.** Передпатологічні зміни в стані електричної активності серця найчастіше виникають у результаті порушень режиму підготовки.



**Рисунок 21** — Стабілізація об'ємного електричного поля шлуночків (А) у змагальному періоді тренування (—) порівняно з підготовчим (- - -) у висококваліфікованих спортсменів (I тип — біатлоніст 27 років, спортивний стаж — 15 років; II тип — веслування академічне 19 років, спортивний стаж 5 років; S — сагітальна площина; F — фронтальна площина; В — передсердя)



**Рисунок 22** — Спотворена форма шлуночкової петлі в підготовчому періоді тренування у МС з плавання (S — сагітальна площина; F — фронтальна площина)

**Спотворення форми петлі QRS “лежачі петлі”.** Спотворення форми петлі QRS відбуваються за рахунок її розширення. Петля набуває форми еліпса. Така ВКГ графіка характеризує гіпертрофію міокарда, переважно лівого або правого шлуночка (рис. 22).

Змінена графіка петлі QRS є одним з інформативних критеріїв хронічного перенавантаження міокарда шлуночків у спортсменів. Це призводить до швидкого розвитку гіпертрофії і дилатації. “Лежачі петлі” спостерігаються у молодих перспективних спортсменів, у тренуванні яких відмічається період форсованої підготовки на фоні недостатньої загальної витривалості, а також за наявності хронічної інфекції. Такі спортсмени характеризуються зниженими функціональними можливостями і нестабільними спортивними результатами. Іноді ці спортсмени можуть прогресувати і розвивати швидкісні якості і в них не відмічається значного прогресу в розвитку спеціальної витривалості.

**Патологічні критерії** не відрізняються від клінічних, вони виявляються у спортсменів, що мають, як правило, які-небудь захворювання: гострі або хронічні інфекції, хвороби серцево-судинної системи. Критерії зазвичай ресструються переважно у спортсменів низької кваліфікації. Наявність патологічних критеріїв не сумісна з заняттями спортом.

Таким чином, кількісні модельні характеристики об’ємного електричного поля серця спортсменів високого класу становлять нормативну основу оцінки його функціонального стану, що відповідає періоду підготовки і спрямованості тренувального процесу, а розроблені критерії оцінки резервних можливостей серця з урахуванням віку і спортивного стажу можуть застосовуватися під час відбору спортсменів для участі у відповідальних змаганнях. За результатами досліджень на основі висновків з’являється можливість проведення корекції тренувального процесу, рекомендація необхідного курсу заходів відновлювальної терапії. Комплекс зазначених заходів має на меті підвищення ефективності тренувального процесу.

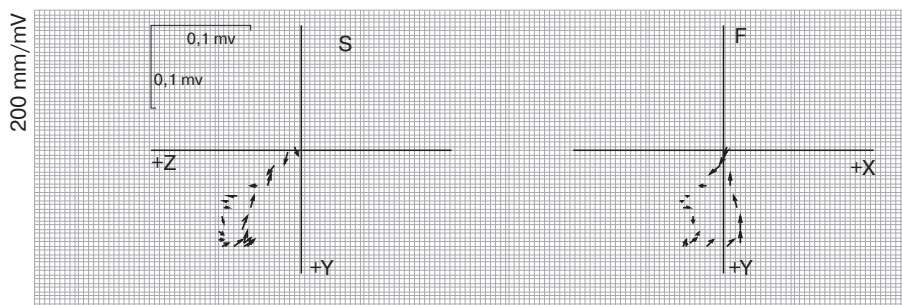


## Приклади висновків за методом векторкардіографії

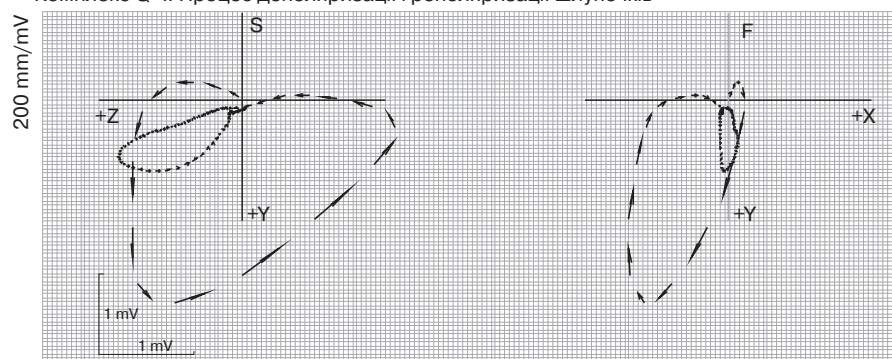
Приклад 1

ВЕКТОРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕСУ ЗБУДЖЕННЯ СЕРЦЯ				
Номер обстеження:	noid		Дата реєстрації:	28.01.2008
Номер спортсмена:			Час реєстрації:	09:52:37
Спортсмен:	П-о		Тривалість реєстрації:	00:00:17
Дата народження:	23.03.1984	Вік: 24	Система відведень:	Хупке—Венгера
Стать:	чоловіча		Адреса спортсмена:	
Зріст:	181		Маса тіла:	86
Стаж:	14 років		Розряд (звання):	МСМК
Вид спорту:	Байдарка і каное		Команда:	
Коментарі:				
Лікар:			Асистент:	

Комплекс Р-Р. Процес збудження передсердь



Комплекс Q-T. Процес деполяризації і реполяризації шлуночків



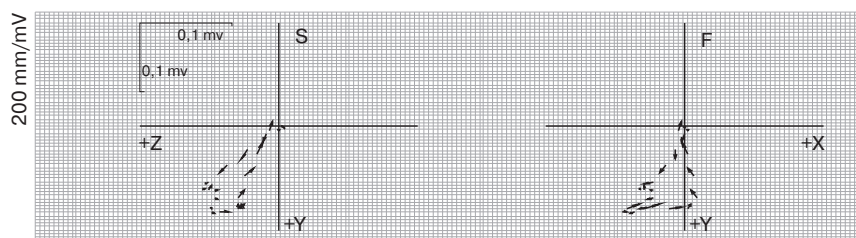
**Висновок.** Кумулятивний вплив тренувальних навантажень сприятливо вплинув на адаптаційну перебудову серцевого м'яза. Підвищення електричної активності шлуночків свідчать про розвиток гіпертрофії міокарда, тобто про зростання функціональних резервів серця. Зберігається високий рівень метаболічного забезпечення міокарда. Функція передсердь не порушена.

**Рекомендації.** Тренування проводяться згідно з планом підготовки.

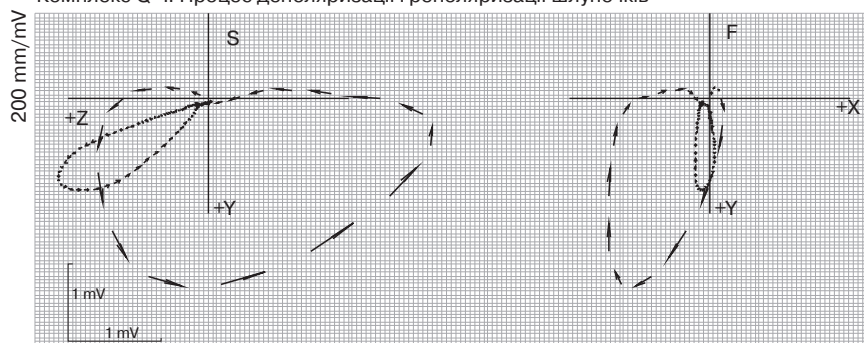
Приклад 2

ВЕКТОРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕСУ ЗБУДЖЕННЯ СЕРЦЯ				
Номер обстеження:	noid		Дата реєстрації:	24.04.2008
Номер спортсмена:			Час реєстрації:	09:52:37
Спортсмен:	П-о		Тривалість реєстрації:	00:00:17
Дата народження:	23.03.1984	Вік: 24	Система відведень:	Хупке—Венгера
Стать:	чоловіча		Адреса спортсмена:	
Зріст:	181		Маса тіла:	86
Стаж:	14 років		Розряд (звання):	МСМК
Вид спорту:	Байдарка і каное		Команда:	
Коментарі:				
Лікар:				Асистент:

Комплекс Р-Р. Процес збудження передсердь



Комплекс Q-T. Процес деполяризації і реполяризації шлуночків



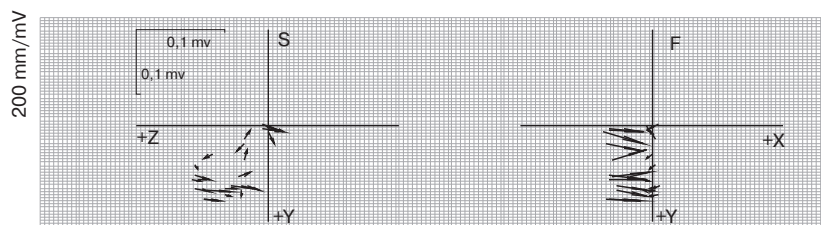
**Висновок.** У річному циклі підготовки адаптація серцево-судинної системи до тренувальних навантажень протікає сприятливо. Спостерігається зростання функціональних резервів серця до виконання роботи анаеробного й аеробного характеру. Зберігається високий рівень метаболічного забезпечення міокарда. Функція передсердь не порушена.

**Рекомендації.** Тренування проводяться згідно з планом підготовки.

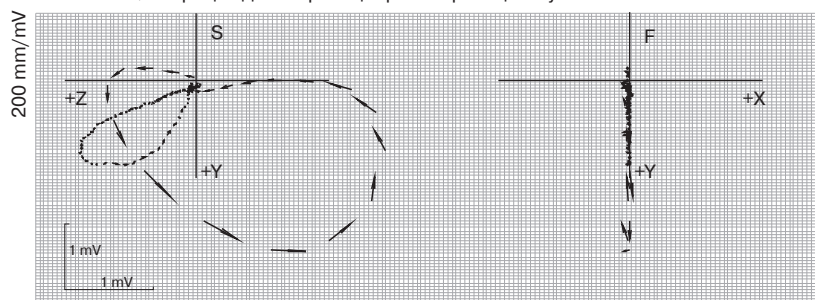
Приклад 3

ВЕКТОРНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕСУ ЗБУДЖЕННЯ СЕРЦЯ				
Номер обстеження:	noid		Дата реєстрації:	19.06.2008
Номер спортсмена:			Час реєстрації:	09:39:12
Спортсмен:	П-о		Тривалість реєстрації:	00:02:37
Дата народження:	23.03.1984	Вік: 24	Система відведень:	Хупке—Венгера
Стать:	чоловіча		Адреса спортсмена:	
Зріст:	181		Маса тіла:	86
Стаж:	15 років		Розряд (звання):	МСМК
Вид спорту:			Команда:	
Коментарі:				
Лікар:			Асистент:	

Комплекс P-P. Процес збудження передсердь



Комплекс Q-T. Процес деполізації і реполізації шлуночків



**Висновок.** Кумулятивний вплив тренувальних та серії змагальних навантажень сприяв зменшенню загальної площі шлуночкової петлі, що характерно під час виконання змагальних навантажень та для змагального періоду підготовки, і відповідає високому рівню працездатності та розкриттю функціональних резервів серця. Однак подальший виступ у змаганнях може викликати надмірний розвиток дилатації шлуночків, зниження здатності міокарда та резервних можливостей серця. Виступ на змаганнях може бути несприятливим.

**Рекомендації.** Тренування спрямовані на розвиток функціональної бази, мають проходити відповідно до підготовчого періоду підготовки.

**Метод електрокардіографії**, що використовується в динаміці спортивної підготовки, дає можливість стежити за процесом функціональної перебудови серця, за формуванням функціонального режиму спокою, за динамікою становлення адаптації серця до тренувальних та змагальних навантажень, за характером відновлювального періоду. Крім того, ЕКГ дозволяє вчасно розпізнавати не тільки виражені, а й ранні, початкові ознаки несприятливих змін у функціональному стані серця, що дає можливість вчасно вживати заходи до їх усунення.

Реєстрація електрокардіограм (ЕКГ) проводиться в стані відносного спокою — лежачи на спині після попереднього відпочинку. Запис ЕКГ проводиться при стандартному посиленні  $1 \text{ мВ} = 10 \text{ мм}$ , в 12 загальноприйнятих відведеннях. Розшифровка ЕКГ висококваліфікованих спортсменів звичайно проводиться за загальноприйнятою методикою з визначенням тривалості серцевого циклу, ритму й частоти серцевих скорочень, тривалості інтервалів і систолічного показника, з описом напрямку та форми зубців, з обчисленням висоти (глибини) зубців і загального вольтажу ЕКГ, а також визначення електричної осі, електричної позиції, з визначенням характеру змін зубців R і S у грудних відведеннях та встановленням “зони переходу”, з визначенням положення сегмента ST і зубців T (рис. 23).

Для більш повного й точного аналізу ЕКГ розраховуються додаткові індекси й показники:

- 1) сумарний вольтаж зубців P, R і T у трьох стандартних відведеннях;
- 2—3) індекс гіпертрофії Соколова—Лайона для правого ( $R_{v1}+S_{v5}$ ) і лівого ( $R_{v5}+S_{v1}$ ) шлуночків;
- 4) відношення P/T у другому стандартному відведенні;

- 5) відношення  $Tv5/Rv5$  в %;
- 6) індекс P/T визначали розрахунковим способом за показниками зубців P і T на ЕКГ.

Загальний висновок за ЕКГ містить інформацію про особливості ритму, положення електричної осі серця, позиції серця, виявлення порушення провідності, збудливості і процесів реполяризації.

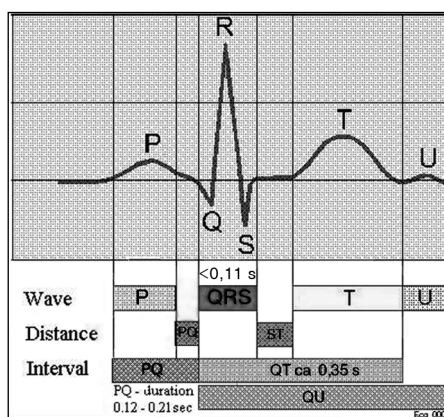
До основних особливостей ЕКГ у спортсменів можна віднести такі ознаки, які зустрічаються у них досить часто і не пов'язані з жодними відхиленнями в стані здоров'я, самопочуття і спортивної результативності.

**Синусова брадикардія** (зниження ЧСС менше  $60 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$ ). Особливу увагу необхідно приділяти низьким значенням ЧСС (менше  $40 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$ ). Якщо такі цифри зустрічаються вранці і пов'язані з багаторічними тренуваннями, протягом яких частота пульсу рівномірно знижувалася, то це слід оцінювати як ознаку високої функціональної здатності серця. Але якщо такі цифри виникли швидко, протягом 1—2 тиж, а цьому передували посилені тренування в хворобливому стані, то вони можуть бути ознаками гострого перевантаження серця. Остаточного питання може бути вирішене за допомогою ретельного комплексного обстеження спортсмена.

**Згладжений зубець Р** — вельми характерна ознака у спортсменів, що тренуються на витривалість.

**Збільшення вольтажу QRS комплексу.** Ця ознака найчастіше пов'язана з гіпертрофією лівого шлуночка серця. Збільшення вольтажу комплексу QRS особливо помітне під час векторного аналізу ЕКГ. Проте ця ознака не є постійною.

**Неповна блокада правої ніжки пучка Гіса.** Дана ознака зустрічається майже у кожного другого спортсмена, який тренується на витривалість. Фактично це не дійсна блокада, а лише уповільнення провідності в правому шлуночку.



**Рисунок 23** — Приклад електрокардіограми та розміщення основних зубців

Цей факт підтверджений інтрокардіальним ЕКГ — обстеженням осіб, які мають гіпертрофію серця.

**Дещо підвищені зубці Т.** Якщо висота зубця Т в II відведенні в середньому дорівнює 3—4 мм (0,3—0,4 мВ), то у спортсменів зубець Т становить 3—6 мм, причому у чоловіків амплітуда зубця дещо більша (5—6 мм), ніж у жінок (3—5 мм);

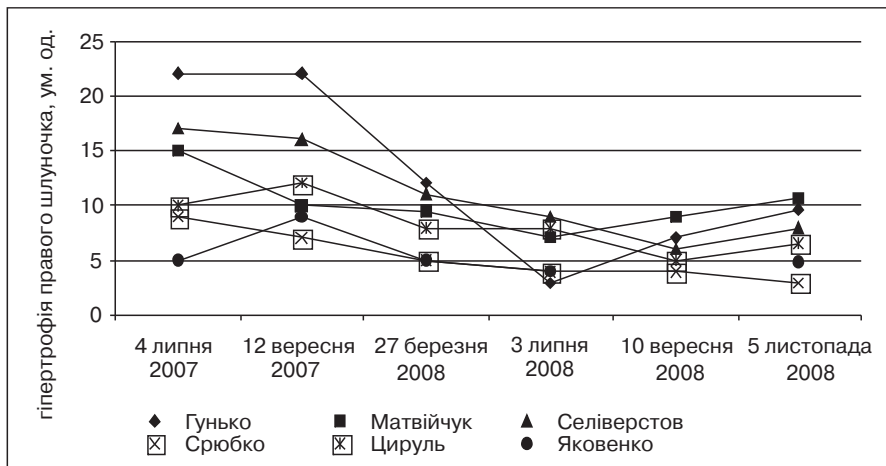
**Деяке (0,01—0,04 с) подовження інтервалу Q—Т відносно належних значень для нетренованих осіб.** Для оцінки належної тривалості інтервалу Q—Т доцільно користуватися графіками, запропонованими Л. А. Бутченком (1980).

Під впливом раціональних занять спортом у серці спортсмена відбуваються морфологічні і функціональні зміни, що відображають процес пристосування системи кровообігу до регулярних фізичних навантажень і характеризуються, перш за все, економізацією роботи серця в стані відносного спокою та високою його продуктивністю. Електрокардіограма, записана в динаміці, дозволяє виявити зрушення, що свідчать про зміни, які відбуваються в серці під впливом фізичних навантажень.

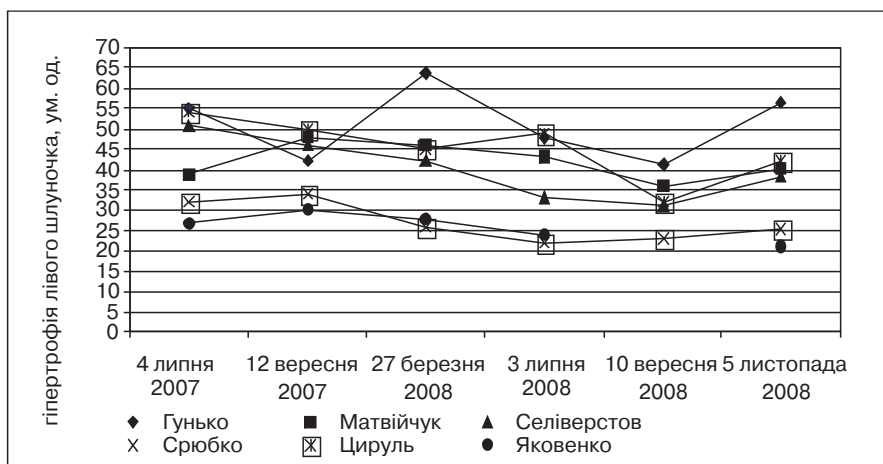
Спортсмени високої кваліфікації нерідко проводять тренування з використанням великих фізичних навантажень, які не завжди відповідають рівню функціональної підготовленості, що в окремих випадках призводить до розвитку тих чи інших передпатологічних станів. У зв'язку з цим необхідний постійний контроль функціональних можливостей серцево-судинної системи спортсмена та їх відповідність рівню і характеру фізичних навантажень.

На рисунках 24 і 25 показано динаміку гіпертрофії міокарда правого і лівого шлуночків серця у спортсменів високої кваліфікації. Так, на початок загально-підготовчого етапу підготовчого періоду спортивної підготовки відмічається деяке зниження вираженості гіпертрофії міокарда правого шлуночка з підвищеною гіпертрофією міокарда лівого шлуночка серця, що відповідає етапу спортивної підготовки і знаходиться в межах фізіологічної норми.

На початку передзмагального етапу змагального періоду спортивної підготовки після виконання фізичних навантажень попереднього періоду у більшості спортсменів відмічається зменшення ступеня гіпертрофії міокарда лівого шлуночка, що супроводжується підвищенням ступеня гіпертрофії міокарда правого шлуночка. Подібна динаміка з урахуван-



**Рисунок 24** — Динаміка індексу Соколова—Лайона для гіпертрофії міокарда правого шлуночка (ум. од.) у спортсменів високої кваліфікації (на прикладі хокею)



**Рисунок 25** — Динаміка індексу Соколова—Лайона для гіпертрофії міокарда лівого шлуночка (ум. од.) у спортсменів високої кваліфікації (на прикладі хокею)

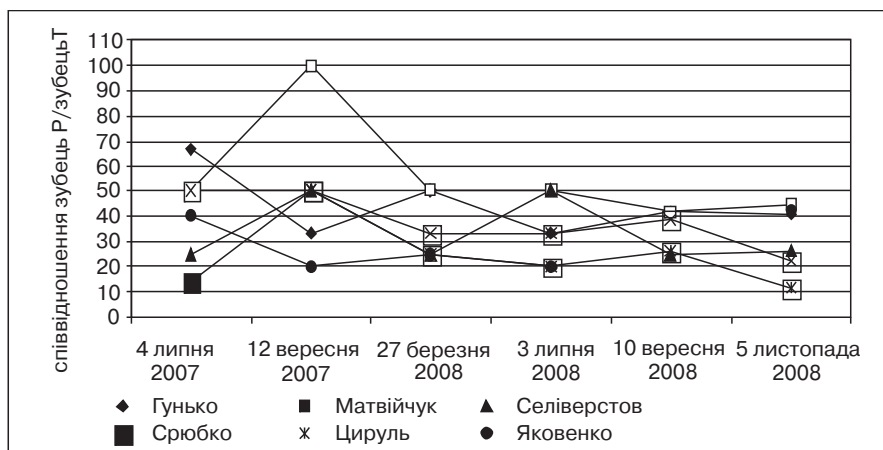
ням періоду спортивної підготовки свідчить про недостатній обсяг тренувальних навантажень, спрямованих на підвищення загального рівня функціональної підготовленості спортсменів, ефективності функціонування та рівня загальної витривалості спортсменів. Крім того, відмічаються ознаки деякої підвищеної інтенсифікації тренувального процесу (зростання гіпертрофії правого шлуночка за вересень 2008 р., — див. рис. 24).

У наступному місяці підготовки спостерігається підвищення ступеня гіпертрофії міокарда як лівого, так і правого шлуночків (див. рис. 24 і 25), що свідчить про підвищення загального напруження тренувального та змагального процесу висококваліфікованих спортсменів, а саме: підвищення обсягів та інтенсивності фізичних навантажень. Зміни гіпертрофії міокарда шлуночків знаходяться в межах фізіологічної норми і відповідають етапу спортивної підготовки.

Крім того, слід зазначити, що за сучасної підготовки до міжнародних змагань фізичні навантаження викликають нервово-емоційне напруження організму і впливають на формування адаптивних реакцій серця. Загальновідомо, що пристосувальні реакції серця здійснюються під впливом нервової системи. Значна роль у цій регуляції належить блукаючим і симпатичним нервам. Зміна тонуусу цих нервів впливає на електрокардіограму, викликаючи зміни амплітуди зубців Р і Т. У ряді робіт відмічається збільшення індексу Р/Т під впливом різних стресових ситуацій, у тому числі і фізичних навантажень.

На рисунку 26 представлено динаміку показника Р/Т у спортсменів високої кваліфікації. Показник Р/Т є важливим прогностичним критерієм вегетативної регуляції серцевої діяльності. Наростання цієї величини під час функціональної проби свідчить про підвищення активності симпатичного відділу нервової системи. Зменшення Р/Т стосовно вихідного рівня відповідає холінергічній активації. Зменшення амплітуди зубця Т і наростання амплітуди зубця Р свідчить про симпатичну активацію. Показник Р/Т через високу чутливість використовується для виявлення переважно вегетативної активації в діяльності серця в умовах функціонального й емоційного напруження. Результати досліджень дають підставу вважати значення Р/Т у багатьох випадках більш чутливим показником емоційного й фізичного напруження ніж, ЧСС. Це положення стосується спортсменів і здорових людей, у яких простежується достатня пластичність функціональних зв'язків.





**Рисунок 26** — Динаміка показника Р/Т у спортсменів високої кваліфікації (на прикладі хокею)

**Методи математичного аналізу особливостей варіабельності серцевого ритму.** Оскільки реакція на будь-який вплив істотно залежить від тону вегетативної нервової системи як критерії ефективності спортивної підготовки використовують реактивність показників серцевого ритму і спрямованість механізмів її регуляції. Вважається, що реакції системи кровообігу, її регуляторних механізмів є результатом адаптації організму до дії різноманітних чинників зовнішнього середовища і виявляються в типових реакціях симпато-адреналової системи.

Вегетативна регуляція є важливою ланкою в адаптації організму людини до мінливих умов зовнішнього і внутрішнього середовища. Для вивчення центральної нервової і вегетативної регуляції серцевого ритму, для оцінки функціонального стану й адаптивних можливостей серцево-судинної системи (ССС) набув широкого поширення аналіз математико-статистичних характеристик розподілу тривалості інтервалів R-R.

Для досягнення кінцевого результату кожний організм затрачає неоднакові зусилля, тобто сплачує різну "ціну". Саме цю "ціну" адаптації, рівень напруження регуляторних механізмів можна визначити за математичними характеристиками серцевого ритму (**показник "індекс напру-**

ження” — **ІН**), причому їхня варіативність значно перевищує варіативність показників рівня функціонування.

Під час аналізу вегетативної регуляції серцевої діяльності використовують параметри серцевого ритму, рекомендовані робочою групою Європейського кардіологічного об'єднання та Північноамериканського об'єднання стимуляції і електрокардіографії. Запис сигналу здійснюється протягом 5 хв у положенні лежачи після 5-хвилинного відпочинку, 6 хв після переходу у вертикальне положення (ортостатична проба).

Подальша обробка кардіоінтервалів дозволяє визначати ряд статистичних характеристик варіабельності серцевого ритму:

- математичне очікування ( $M$ , с) відображає середній (інтегральний) рівень функціонування серцево-судинної системи (синусового вузла);
- мода ( $M_0$ , с) — найбільш вірогідний рівень функціонування серцево-судинної системи;
- варіаційний розмах ( $DR-R$ , с) вказує на максимальну амплітуду коливань серцевого ритму, яка багато в чому залежить від впливу парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи;
- амплітуда моди ( $AM_0$  %) — вірогідність моди у відсотках, відображає ефект стабілізуючого впливу центральної регуляції на ритм серця, ефект впливу симпатичного відділу вегетативної нервової системи;
- індекс напруження ( $ІН$ , ум. од.) — показник сумарної активності центрального контуру управління ритмом серця.

Метод математичного аналізу серцевого ритму дозволяє виділити типи варіаційних пульсограм (у стані відносного спокою), що характеризують різні механізми регуляції серцевої діяльності.

**Симпатикотонічний тип регуляції серцевого ритму** — в регуляції серцевого ритму відмічається переважання симпатичного відділу вегетативної нервової системи, що свідчить про перевагу центрального контуру регуляції і підвищений рівень енергетичних витрат організмом, що є найбільш неекономічним типом регуляції. Такий тип регуляції серцевого ритму зустрічається у нетренованих спортсменів або у спортсменів зі зниженими функціональними можливостями серцево-судинної системи.

Високий рівень активності симпатичного відділу вегетативної нервової системи в поєднанні з високим рівнем напруження в регуляції

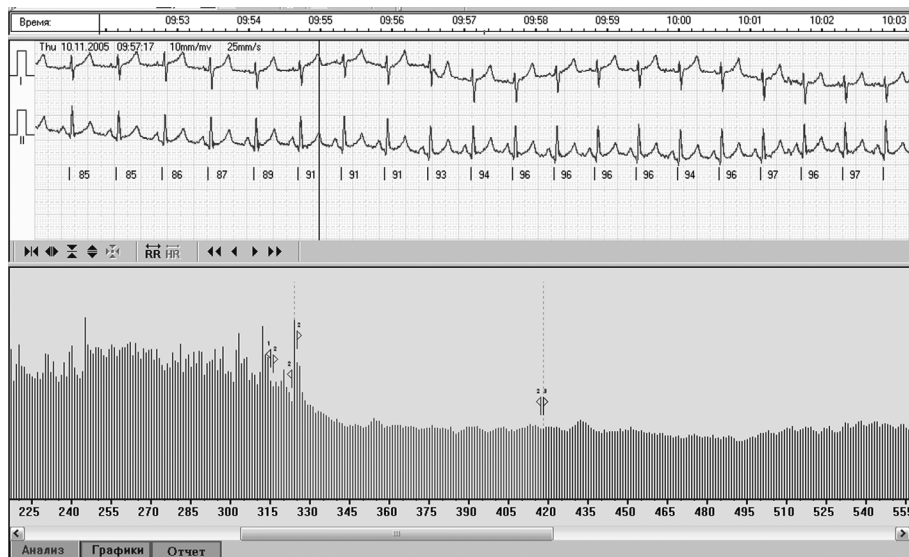
серцевого ритму у стані спокою (ІН більше 100 ум. од.) свідчить про неадекватність тренувальних навантажень функціональному стану організму спортсмена і може бути передвісником патологічних змін в організмі.

**Ваготонічний тип регуляції серцевого ритму** — в регуляції серцевого ритму відмічається переважання парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи, що свідчить про переважання автономного контуру регуляції і послаблення центральних впливів, що є найбільш доцільним з огляду на економізацію серцевої діяльності. Такий тип регуляції серцевого ритму часто зустрічається у тренуваних спортсменів, особливо у видах спорту, пов'язаних з розвитком витризалості.

**Нормотонічний тип регуляції серцевого ритму** — характеризується оптимальним співвідношенням у регуляції серцевого ритму активності парасимпатичного і симпатичного відділів вегетативної нервової системи, оптимальним рівнем енергетичних витрат організмом на підтримання досягнутого рівня функціонування систем організму.

Зміна варіабельності серцевого ритму при **ортостатичних реакціях (перехід з горизонтального положення “лежачи” у вертикальне положення “стоячи”)** дозволяє судити про стан механізмів регуляції серця в нормі та виявити зміни, пов'язані з початковими порушеннями його діяльності. Ортостатична проба характеризує збудливість симпатичного відділу вегетативної нервової системи та полягає в аналізі змін частоти серцевих скорочень і артеріального тиску у відповідь на зміну положення тіла — із горизонтального у вертикальне.

У здорової людини перехід у вертикальне положення викликає не різко виражене переміщення крові у вени нижніх кінцівок (при цьому об'єм її збільшується на 300—350 мл). Однак переміщення крові в нижні відділи тіла сповільнює й знижує її надходження до серця й ударний об'єм зменшується на 20,3 %. У зв'язку з цим систолічний артеріальний тиск знижується на 2,5 %, менший ступінь зниження систолічного артеріального тиску й стабільність середнього артеріального тиску забезпечуються вираженим посиленням симпато-адреналової активності з виразним збільшенням (на 17 %) числа серцевих скорочень, унаслідок чого хвилинний об'єм зменшується на 7,3 %, а також підвищується загальний



**Рисунок 27** — Результати тестування спортсмена за методом математичного аналізу варіабельності серцевого ритму

периферійний опір на 10,3 %. Останнє обумовлено підвищенням тону артерій нижніх відділів тіла, у зв'язку з чим діастолічний артеріальний тиск підвищується на 12 %.

Методи математичного аналізу варіабельності серцевого ритму дають кількісну оцінку про активацію впливів симпатичного і парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи на синусовий вузол і дозволяють судити про адаптивні можливості організму, відстежувати вплив навантаження на організм і протікання процесів відновлення в мікроциклі, а також реакцію на навантаження в заняттях різної спрямованості. Різні величини індексу напруження у відновлювальному періоді після ортостатичного впливу відображають рівень функціонування систем (наприклад, за ЧСС) та рівень активності симпатичного та парасимпатичного каналів регуляції (рис. 27).

При ортостатичному впливі у зв'язку з напруженням симпатико-адреналових механізмів адаптації та активним включенням в управління кіркових структур підвищується активність центрального контуру регуляції, що знаходить своє відображення в зниженні величини  $M$ ,  $M_0$ ,

$\Delta R-R$ , підвищення АМо, ІН і може свідчити про підвищення рівня напруженості функціонування серцево-судинної системи, зменшення варіативності серцевого ритму в основному за рахунок дихальної її складової, підвищення тону симпатичного відділу вегетативної нервової системи, тобто посилення централізації управління (як адекватної реакції на ортостатичну пробу). Так, в умовах ортостатичного впливу знижується контроль за діяльністю серця з боку парасимпатичного відділу й одночасного посилення участі симпатичного відділу вегетативної нервової системи в регуляції серцевого ритму, а також підвищується активність стовбурового кардіоваскулярного осцилятора і барорефлекторних механізмів регуляції на серці.

### Контрольні запитання

1. Який вигляд мають векторкардіограма та електрокардіограма, ритмограма?
2. На які відділи серцевого м'яза впливають навантаження різної спрямованості?
3. Які векторкардіографічні характеристики критерію високих резервних можливостей серця ви знаєте?
4. Які критерії знижених резервних можливостей серця ви знаєте?
5. Які основні ознаки ЕКГ у спортсменів, що зустрічаються у них досить часто і не пов'язані з жодними відхиленнями в стані здоров'я, самопочуття і спортивної результативності?
6. Які існують типи варіаційних пульсограм (у стані відносного спокою), що характеризують різні механізми регуляції серцевої діяльності?
7. Що характеризує ортостатична проба?
8. Що відбувається в організмі при ортостатичній пробі?
9. Які зміни відбуваються в регуляції серцевого ритму під впливом фізичних навантажень і як вони залежать від напруженості навантаження?

### Рекомендована література

- Баевский Р. М. Анализ variability сердечного ритма в космической медицине / Р. М. Баевский // Физиология человека. — 2002. — Т. 28, № 2. — С. 70—82.
- Дембо А. Г. Спортивная кардиология: руководство для врачей / А. Г. Дембо, Э. В. Земцовский. — М.: Медицина, 1989. — 464 с.
- Детская спортивная медицина: [руководство]. — М.: Медицина, 1991. — С. 281—288.

*Заболевания сердца и реабилитация* / под. ред. Поллока М. Л., Шмидта Д. Х. — К.: Олимп. л-ра, 2000. — 407 с.

*Вариабельность* сердечного ритма: представление о механизмах / [Котельников С. А., Ноздрачев А. Д., Одинак М. М. и др.] // Физиология человека. — 2003. — Т. 28. — № 1. — С. 130—143.

*Макарова Г. А.* Спортивная медицина: учебник / Г. А. Макарова. — М.: Сов. спорт, 2003. — 480 с.

*Методические* рекомендации по оценке морфофункционального состояния сердца у спортсменов высокой квалификации с использованием метода векторкардиографии / [М. И. Слободянюк, Л. А. Тайболина и др.]. — К., 1987. — 53 с.

*Михайлов В. М.* Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода / В. М. Михайлов. — Иваново, 2000. — 200 с.

*Ритм* сердца у спортсменов / под ред. Р. М. Баевского, Р. Е. Мотылянской. — М.: Физкультура и спорт, 1986. — 143 с.

*Уилмор Дж. Х.* Физиология спорта и двигательной активности / Дж. Х. Уилмор, Д. Л. Костилл. — К.: Олимп. л-ра, 1997. — 503 с.

*Яценко А. Г.* Анализ итогов участия сборной команды Украины по художественной гимнастике в XXVII играх Олимпиады: метод. рекомендации / А. Г. Яценко, Л. А. Тайболина, Т. В. Нестерова. — К., 2000. — 60 с.

*Веслування* на байдарках і каное: підсумки і аналіз виступу на XXVII Олімпійських іграх 2000 року: метод. рекомен. / [О. А. Шинкарук, О. М. Лисенко, Л. А. Тайболина, О. О. Чередниченко]. — К., 2000. — 61 с.

*Хрущев С. В.* Спортивное сердце / С. В. Хрущев // Физкультура в профилактике, лечении и реабилитации. — 2008. — № 2 (25). — С. 55—64.

### **КАРДИО-ЕКСПРЕС-ДІАГНОСТИКА СТРУКТУРИ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СПОРТСМЕНІВ “D&K-TEST”**

В останні роки в спорті вищих досягнень значно поживав інтерес до вивчення взаємозв'язку метаболічних основ функціонування окремих органів, систем і організму в цілому з динамікою структури функціональної підготовленості спортсменів та ступеня комплексного впливу такого зв'язку на їхні спортивні досягнення. Актуальність таких досліджень зумовлена нестримним розширенням використання комплексу різноманітних засобів і методів підвищення працездатності та відновлювальних процесів на всіх етапах спортивного удосконалення.

Дослідження вчених свідчать, що внутрішня структура функціональної підготовленості багатофакторна й обумовлена такими властивостями організму як потужність, ємність, ефективність, мобілізованість, реалізованість та відновлюваність джерел енергозабезпечення м'язової діяльності.

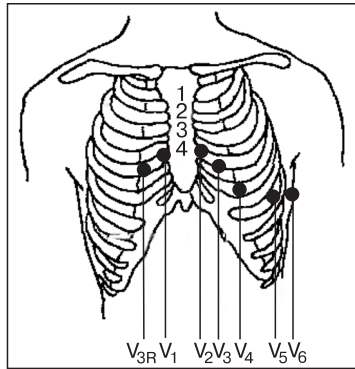
Практична реалізація такої багатофакторності функціонального стану організму на етапах спортивного удосконалення потребує комплексного підходу та відповідного діагностичного обладнання.

У практиці спорту вищих досягнень функціональні можливості організму спортсменів діагностуються шляхом багатоступеневого тестування. Для цього використовуються сучасні діагностичні технології, що базуються на об'єктивних фізіологічних, біохімічних, психологічних, педагогічних, кінезіологічних, медико-біологічних, математико-статистичних та інших методах. Слід зазначити, що одним з недоліків такого підходу є те, що для здійснення відбору спортсменів, проведення контролю за їхнім поточним та оперативним станом організму застосовуються різні тести, показники яких не завжди взаємопов'язані.

Проте, як свідчить сучасний рівень досягнень розвитку спорту вищих досягнень, у повсякденній діяльності тренера гостро постала проблема застосування таких об'єктивних показників функціональної діагностики, які б забезпечували комплексне їх використання в довгостроковому, поточному та оперативному контролі за станом організму спортсменів.

Фахівці приділяють особливу увагу дослідженням серцево-судинної системи. Як відомо, серце спортсмена виконує функцію м'язового насоса, спрямовує збагачену киснем кров у систему кровообігу, забезпечує елементами живлення усі органи та тканини організму, а також здійснює виведення з організму відпрацьованих продуктів його життєдіяльності. Серце розглядається також як іонний насос, що забезпечує транспорт кальцію, калію та інших життєво важливих мікроелементів у клітину, яка, скорочуючись, продукує біоелектричні імпульси у вигляді серцевих комплексів P-Q-R-S-T. Реєстрація цих імпульсів здійснюється за допомогою найбільш доступного методу — електрокардіографії та за методикою Вільсона в грудних відведеннях  $V_{3R}$ ,  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$ ,  $V_4$ ,  $V_5$  та  $V_6$  (рис. 28).

Дослідження окремих фахівців, що стосуються розрахункових величин співвідношень висоти амплітуд зубців  $(R/R+S)*100\%$ , виміряних із використанням першої похідної в грудних відведеннях  $V_{3R}$ ,  $V_2$  и  $V_6$  з використанням електрокардіографії за методикою Вільсона свідчать, що вони характеризують відповідно потужність алактатного (креатинфосфатного), лактатного (гліколітичного) та аеробного джерела енергозабезпечення м'язової діяльності.



**Рисунок 28** — Точки на тілі пацієнта для реєстрації показників серцево-судинної системи: 1—4 — міжреберні проміжки

У багатьох наукових працях відсутня ґрунтовна інформація про характеристику та особливості динаміки показників енергозабезпечення м'язової діяльності за Вільсоном у спортсменів у різних видах спорту, вікових та статевих групах, а також можливостей їх використання для моніторингу за функціональним станом і резервними можливостями організму спортсменів на етапах спортивного удосконалення.

Наші багаторічні дослідження з використанням основ зазначеної методики дозволили розробити апаратно-програмний комплекс та відповідне програмне забезпечення — “D&K-TEST”, покладені в основу винаходу “Експрес-діагностика функціонального стану та резервних

можливостей організму та пристрій для його реалізації”.

“D&K-TEST” забезпечує отримання у визначеному проміжку часу комплексу показників, що характеризують генетично обумовлені здатності спортсменів та рівень їхнього енергозабезпечення, переважну схильність спортсменів до певного виду професійної діяльності, які впливають на процес багаторічного удосконалення (табл. 6).

Одними з таких показників є анаеробна, аеробна і загальна метаболічна ємності. Експериментально встановлено, що анаеробна метаболічна ємність (АНАМС) характеризує здатність до виконання обсягу інтенсивних навантажень різного типу на межі можливостей організму. Обчислюється як сума процентних відношень  $R/R+S$  у відведеннях  $V_{3R}$ ,  $V_1$  і  $V_2$ . Аеробна метаболічна ємність (АМС) характеризує ємність аеробного джерела енергозабезпечення роботи м'язів, що визначає здатність до тривалого виконання обсягів фізичних та інших типів навантажень помірної інтенсивності. Обраховується як сума процентних відношень  $R/R+S$  у відведеннях  $V_4$ ,  $V_5$  і  $V_6$ . Загальна метаболічна ємність (ЗМС) характеризує генетично наперед визначений рівень можливостей організму і може бути оцінкою працездатності. Обчислюється як сума АНАМС і АМС. Іншими біоенергетичними параметрами, що характеризують потужність джерел енергозабезпечен-



**Таблиця 6** — Показники функціонального стану та резервних можливостей організму спортсменів, визначені за методикою "D&K-TEST"

№ з/п	Показник	Характеристика показника
1	АНАМЕ — анаеробна метаболічна ємність	Здатність організму виконувати загальний обсяг високоінтенсивної роботи переважно анаеробної спрямованості
2	АМЕ — аеробна метаболічна ємність	Здатність організму виконувати загальний обсяг роботи переважно аеробної спрямованості
3	ЗМЕ — загальна метаболічна ємність	Обумовлює генетично визначений рівень функціонального стану та резервних можливостей організму, здатність виконувати загальний обсяг фізичних, інтелектуальних та інших навантажень, його дієздатність та працездатність
4	АНАМЕ / ЗМЕ — анаеробна схильність	Визначає анаеробний генотип спортсмена, детермінує швидкість процесів анаеробної утилізації в екстремальних умовах м'язової роботи
5	АМЕ/ЗМЕ — аеробна схильність	Визначає аеробний генотип спортсмена, детермінує швидкість процесів аеробної утилізації під час м'язової роботи
6	ПКФ — потужність креатинфосфатного джерела енергозабезпечення м'язової роботи	Детермінує силову витривалість, вибухову силу, реактивність
7	ПГЛ — потужність гліколітичного джерела енергозабезпечення м'язової роботи	Детермінує рівень швидкісної витривалості, характеризує репродуктивну та утилізаційну функцію печінки
8	ПАДЕ — потужність аеробного джерела енергозабезпечення м'язової роботи	Визначає якість виконання фізичних та інших навантажень аеробної спрямованості до рівня ПАНО
9	ВПАНО — ефективність використання аеробного джерела енергозабезпечення м'язової роботи на порозі анаеробного обміну	Детермінує економічність використання енергетичних субстратів, здатність до навчання, гнучкість та координаційні здібності
10	ЧСС на ПАНО — критерій ефективності використання аеробного джерела енергозабезпечення м'язової роботи	Визначає пульсові кордони зон інтенсивності фізичних навантажень різної потужності

ня м'язової діяльності спортсмена, є потужність креатинфосфатного (ПКФ) і гліколітичного (ПГЛ) джерел, які визначаються подібним чином, але за даними відведень  $V_{3R}$  і  $V_2$  диференційованої ЕКГ (dЕКГ) відповідно. Наступним, не менш важливим параметром є потужність аеробного джерела енергозабезпечення (ПАДЕ, іншими словами, максимальне споживання кисню —  $\dot{V}O_2$ ), яка традиційно визначається методом ергоспірометрії і оцінкою вмісту молочної кислоти в крові. Цей параметр вимірюється в мілілітрах за хвилину, віднесених до маси тіла обстежуваного. Зазначеним непрямим способом ПАДЕ визначається з допомогою диференційованої до першої похідної електрокардіограми / dЕКГ/. Спочатку вимірюють амплітуди зубців R і S, а потім розраховують  $(R/R+S) \cdot 100 \%$ . При цьому використовуються дані лівого грудного відведення  $V_6$ . Похибка становить не більше 10 %. За фактором аеробної потужності швидко оцінюється раціональне використання засобів і методів максимізації кардіореспіраторної продуктивності. Цей показник визначає якість виконання фізичних та інших навантажень аеробної спрямованості до рівня порога анаеробного обміну (WПАНО), а також загальну витривалість організму.

Показник WПАНО — ефективність використання аеробного джерела енергозабезпечення м'язової роботи або аеробна економічність — запропонованим непрямим способом визначається відношенням  $R/R+S$  на dЕКГ у відведеннях  $V_2$  і  $V_6$ .

Величина WПАНО в відсотках від ПАДЕ одержується в результаті ділення величини ПАДЕ у  $V_6$  на суму цих відношень у  $V_2$  і  $V_6$ .

Важливими показниками, що визначають біоенергетичні характеристики обстежуваного організму спортсмена та його схильність до певного типу енергозабезпечення, або відповідної біоенергетичної групи є процентні відношення аеробної та анаеробної метаболічних ємностей до загальної метаболічної ємності, тобто АНАМЕ/ЗМЕ і АМЕ/ЗМЕ. Загальна кількість цих груп становить 5. Кожен з 10 показників, наведених у таблиці 6, має п'ять діапазонів значень (від одно- до п'ятибального). Загальна кількість балів у одного спортсмена, за якою оцінюється сумарний рівень енергозабезпечення та визначається інтегральний, поточний і оперативний стан функціональних і резервних можливостей його організму, може коливатися від 9 до 45 (табл. 7).

Спортсмени, які належать до зазначених біоенергетичних груп, різнилися між собою показниками потужності та ємності джерел енерго-

**Таблиця 7** — Рівень забезпечення м'язової діяльності організму, визначений за методикою "D&K-TEST"

Показник стану організму	Біоенергетичні групи				
	1	2	3	4	5
	Рівень енергозабезпечення, бали				
	1	2	3	4	5
Інтегральний					
Поточний	мінімальний	посередній	середній	високий	максимальний
Оперативний					

забезпечення м'язової діяльності та як наслідок різним рівнем функціональних та резервних можливостей їхнього організму. Як показали власні дослідження, індивідуальний рівень енергозабезпечення організму на 75—90 % зумовлює розвиток рухових якостей, прояв психологічних та соціально значущих властивостей організму та в цілому подальші спортивні досягнення спортсмена.

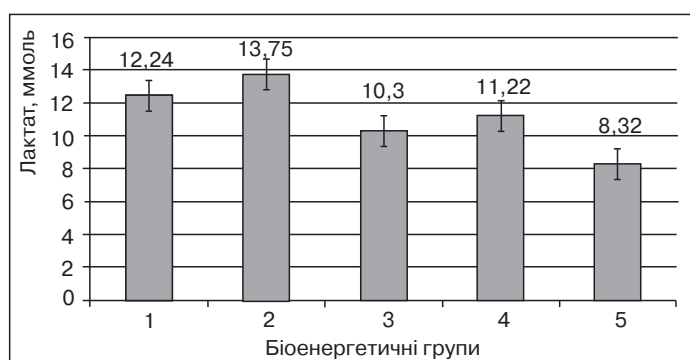
Використання показників методики "D&K-TEST" забезпечує ефективне довгострокове прогнозування спортивних результатів незалежно від особливостей виду спорту. При цьому вірогідний строк підтвердження прогнозу, за нашими даними, становить від 2 до 10 років.

Проведення факторного і кореляційного аналізу, а також анкетного опитування респондентів свідчить, що показники зумовлені генетично, що підтверджується відсутністю вірогідної їхньої різниці у вікових та статевих групах спортсменів (табл. 8).

Як свідчать результати проведених спеціальних досліджень, кожний із нижче наведених показників — АНАМС, АМС, ЗМС, ПКФ, ПГЛ, ПАДЕ, WПАНУ, АНАМС/ЗМС та АМС/ЗМС — має відмінну динаміку коливань, що дає можливість, крім прогнозування спортивних результатів, вибірково їх використовувати для контролю за впливом на організм спортсменів фізичних навантажень під час проведення тренувальних занять та участі у змаганнях. Зокрема, аналіз динаміки показників максимального лактату крові, отриманих після проведення ударного тренування та розподілених за відповідними біоенергетичними групами, показав, що чим вищий номер біоенергетичної групи, тим нижчий рівень максимального лактату крові у спортсмена (рис. 29).

**Таблиця 8** — Порівняльні дані показників “D&K-TEST” у спортсменів різного віку, статі та рівня професійної майстерності

Показник , %	Стать	Статистичний параметр			Діапазон коливань	
		X	(± м)	(± G)	міні-мальний	макси-мальний
АНАМЕ	ж	79,2	0,67	31,86	4	265
	ч	81,1	0,57	33,86	2	250,5
АМЕ	ж	236	0,8	37,77	101	300
	ч	232,85	0,61	36,23	68	300
ЗМЕ	ж	315,18	1,1	52,05	133	454,2
	ч	313,98	0,81	48,49	116	521
АНАМЕ/ЗМЕ	ж	24,7	0,17	7,92	1,56	67,26
	ч	25,4	0,14	8,38	1	56,34
АМЕ/ЗМЕ	ж	75,29	0,17	8,11	17	98,44
	ч	74,59	0,14	8,45	29	99,19
ПКФ	ж	32,98	0,2	9,33	2	76
	ч	32,31	0,17	10,25	2	79,2
ПГЛ	ж	31,3	0,15	7,01	14	77,3
	ч	31,35	0,11	6,35	11	69
ПАДЕ	ж	64,05	0,15	7,34	27	86,1
	ч	63,97	0,13	7,54	25	86,9
ВПАНО	ж	67,31	0,11	5,13	43,65	86
	ч	67,2	0,81	4,77	43,9	85,1
ЧСС на ПАНО	ж	162,66	0,22	10,64	104,5	195
	ч	162,51	0,18	10,76	100,17	196,4



**Рисунок 29** — Рівень лактату в крові боксерів різних біоенергетичних груп після ударного навантаження

**Таблиця 9** — Планування обсягу фізичних навантажень спортсменів залежно від ступеня індивідуального коливання показників “D&K-TEST”

Показник	Діапазон індивідуальних коливань, %	Рекомендований обсяг зменшення запланованого фізичного навантаження		
		на 30 %	на 70 %	Відміна тренування
АНАМЕ	від (+57) до (–57)	– 15	– 35	> – 35
АМЕ	від (+33) до (–30)	– 8	– 16	> – 16
ЗМЕ	від (+24) до (–30)	– 15	– 30	> – 30
АНАМЕ/ЗМЕ	від (+43) до (–44)	– 15	– 30	> – 30
АМЕ/ЗМЕ	від (+21) до (–13)	– 4	– 8	> – 8
ПКФ	від (+63) до (–61)	– 18	– 46	> – 46
ПГЛ	від (+46) до (–40)	– 15	– 35	> – 35
ПАДЕ	від (+26) до (–23)	– 4	– 8	> – 8

У результаті багаторічного експерименту обґрунтовано систему дозування фізичних навантажень, завдяки якій оперативно оцінюється ефективність використання засобів і методів розвитку анаеробних та аеробних можливостей, швидко-силових якостей, визначається ступінь відновлення організму та стан готовності до проведення наступного тренування залежно від індивідуального коливання показників “D&K-TEST” (табл. 9).

Для підтвердження зазначеного висновку наводимо дані довгострокового (1 рік) педагогічного авто-експерименту, завданням якого було виявлення взаємозв'язку між оперативною оцінкою показника ПКФ (потужність креатинфосфатного джерела енергозабезпечення м'язової діяльності), який регламентує силову витривалість, та максимальною кількістю віджимань в упорі лежачи. Для цього перед проведенням віджимання здійснювалося тестування за методикою “D&K-TEST”. Як свідчить аналіз отриманих результатів, найбільшу кількість віджимань зареєстровано при оцінці показника ПКФ 5 балів, найменшу — при оцінці 1 бал (табл. 10).

Відповідно до власних експериментальних даних фізичні навантаження різної потужності характерно впливають на динаміку показників D&K-TEST незалежно від виду спорту.

Так, в одному з педагогічних експериментів вивчалася динаміка анаеробної метаболічної ємності, що детермінує анаеробні можливості

**Таблиця 10** — Залежність максимальної кількості віджимань в упорі лежачи від потужності креатин-фосфатного джерела м'язової діяльності організму

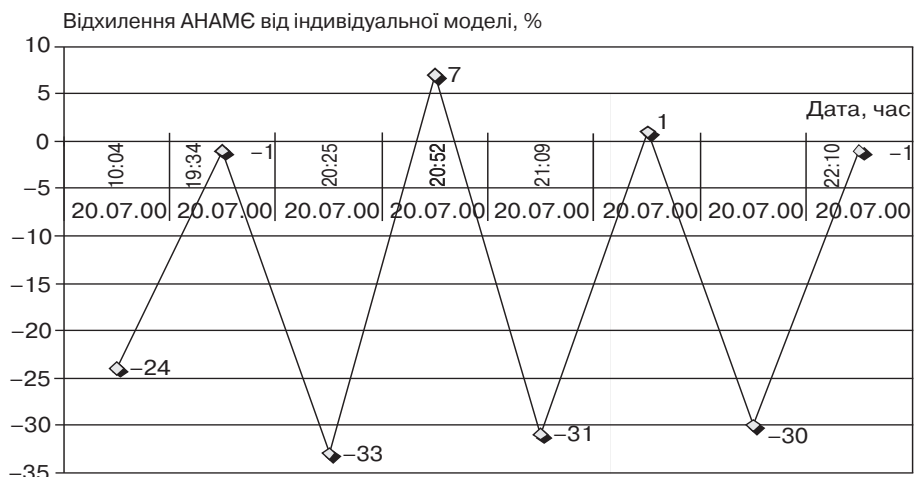
№ з/п	Оцінка оперативного стану ПКФ, бали	Кількість віджимань в упорі лежачи
1	1	50
2	2	56,95
3	3	57,19
4	4	69,71
5	5	74,91

організму (АНАМС) у процесі проведення ударного тренування, спрямованого на розвиток спеціальної витривалості в бігу на 400 м з бар'єрами. З цією метою проведено оперативне тестування висококваліфікованої спортсменки Т-к, яка у подальшому стала бронзовою призеркою літніх Олімпійських ігор в Афінах 2004 р. В результаті прове-

деного тестування з'ясувалося, що на час запланованого тренування показник АНАМС виявився на 20 % гіршим від індивідуальної модельної величини спортсменки. На підставі отриманої оперативної інформації запропоновано перенести тренування на інший час. Повторне тестування перед проведенням тренування показало, що показник АНАМС знаходився у сприятливій зоні, відрізнявся від індивідуальної моделі на 1 % та відповідав завданням запланованого тренування. У подальшому після закінчення кожного з трьох проведених забігів та на 20 хв відпочинку здійснювалося аналогічне тестування спортсменки.

Аналіз динаміки АНАМС відносно індивідуальної модельної характеристики цього показника спортсменки у ході проведення забігів показав, що після проведення 1-го, 2-го та 3-го забігів показник АНАМС погіршувався відповідно на 33, 31 та 30 %, а через кожні 20 хв відпочинку перевищував або відновлювався до індивідуального модельного рівня та становив відповідно +7, +1 та — 1 %. У цілому динаміка АНАМС свідчить про його позитиву динаміку, що підтвердилося суб'єктивними відчуттями спортсменки. На нашу думку, тренування можна було б продовжити до перших ознак негативної динаміки цього показника, проте тренер зупинив тренування, керуючись встановленими методичними принципами для такого роду тренування (рис. 30).

Аналогічні закономірності динаміки АНАМС були встановлені під час проведення контрольних тренувань спортсменів з біатлону, лижних гонок, гімнастики спортивної та інших видів спорту.

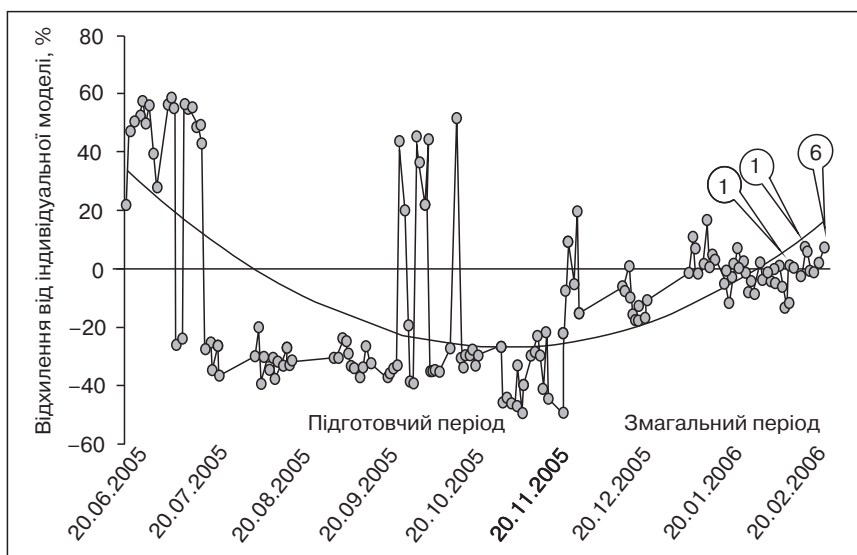


**Рисунок 30** — Динаміка показника АНАМЕ у спортсменки Т-к у ході тренувань з розвитку спеціальної витривалості в бігу на 400 м з бар'єрами

Позитивно зарекомендувала себе методика D&K-TEST при її довгостроковому використанні. Так динаміка показника АНАМЕ у дворазової олімпійської чемпіонки 2006 р. в Турині Ш-н адекватно відтворює динаміку навчально-тренувального процесу, як у підготовчому періоді, так і на етапі безпосередньої підготовки до змагань. На рисунку 31 показано, що значний обсяг тренувальної роботи у підготовчому періоді призводить до зменшення поточного показника АНАМЕ до 50 % відносно індивідуальної моделі, та навпаки — ці показники підвищуються до 50 % у періоді відновлення.

На етапі безпосередньої підготовки до Олімпійських ігор (січень—лютий) діапазон коливань зазначеного показника значно звужується — від +20 % до -20 %.

Завдяки унікальним дослідженням з використанням зазначеної методики під час участі в Олімпійських іграх виявлено, що дві золоті медалі в індивідуальних дисциплінах спортсменка здобула, перебуваючи у фазі підвищеного енергетичного метаболізму, а також посіла 6-те місце на дистанції 30 км. Проте і в цьому виді змагань у неї були реальні шанси на медаль, але невикористані через непередбачуване падіння на дистанції з лижних гонок (див. рис. 31).



**Рисунок 31** — Динаміка анаеробних можливостей (АНАМЕ) у дворазової олімпійської чемпіонки з лижних гонок

Впровадження протягом 1978—2009 рр. зазначеної методики “D&K-TEST” у практику роботи збірних команд СРСР та УРСР з біатлону та лижних гонок, збірних команди України з боксу, велосипедного спорту, гандболу, стрільби із лука, плавання, веслування на байдарках та каное, веслування академічного, під час проведення науково-методичного супроводження підготовки спортсменів у Державному науково-дослідному інституті фізичної культури та спорту, Львівському державному університеті фізичної культури, Донецькому обласному центрі спортивної медицини, Дніпропетровському, Луганському, Львівському та Харківському лікарсько-фізкультурних диспансерах, Донецькій ШВСМ та СДЮШОР, футбольних клубах “Динамо” м. Київ, “Арсенал” м. Київ, “Чорноморець” м. Одеса, “Волинь” м. Луцьк, “Металург” м. Донецьк, “Кривбас”, “Аланія” м. Орджонікідзе, збірних команд Естонії, Болгарії, Казахстану, Латвії, Словенії, Республіки Польща, Росії з біатлону та лижних гонок свідчить про позитивні відгуки про використання цього методу як в лабораторних, так і в польових умовах. Спортсмени із зазначених команд та видів спорту досягли на літніх та зимових Олімпійських іграх, чемпіонатах світу, Європи,



кубках світу та Європи інших міжнародних змаганнях найвищих спортивних здобутків.

Результати проведених нами досліджень підтверджуються в працях інших науковців. Зокрема, у непрямих дослідженнях, проведених для визначення енергозабезпечення організму за методикою Вільсона, у 38 спортсменок та 18 спортсменів виявлено позитивний кореляційний взаємозв'язок між співвідношенням висоти зубців R і S в грудних відведеннях:  $V_3R$  із показниками біопсії ( $r = 0,969$ );  $V_2$  — рівнем лактату крові ( $r = 0,989$ );  $V_6$  — величиною максимального споживання кисню ( $r = 0,978$ ) (табл. 11).

Встановлено також взаємозв'язок між генетичною схильністю серця спортсменів до роботи в анаеробних та аеробних умовах м'язової діяльності з функціонально-моторною асиметрією тіла людини у проявах спеціальних локомоцій та фізіогноміки.

У дослідженнях, присвячених виявленню взаємозв'язку показників D&K-TEST із типом темпераменту (методика Г. Айзенка) та ігровим амплуа футболістів, встановлено, що переважній більшості спортсменів, які входили до 1-ї та 2-ї біоенергетичних груп у 91 % були притаманні холеричний і сангвіно-холеричний тип темпераменту та амплуа нападників, до 3-ї групи — сангвіно-холеричний і сангвінічний з амплуа напівзахисників, до 4-ї та 5-ї груп — сангвіно-меланхолік, сангвіно-флегматик, меланхолік і флегматик із переважаючим амплуа напівзахисників, захисників та голкіперів. Встановлено також різну схильність спортсменів у видах спорту до біоенергетичних груп. Зокрема, в ігрових видах спорту переважали спортсмени 2-ї та 3-ї біоенергетичних груп, у видах єдиноборств спостерігалось рівне співвідношення спортсменів, які входили до 2-ї, 3-ї та 4-ї груп, у важкій атлетиці були присутні спортсмени 2-ї, 3-ї, 4-ї та 5-ї біоенергетичних груп.

**Таблиця 11** — Взаємозв'язок між показниками електрокардіографії за методикою Вільсона і рівнем енергозабезпечення м'язової діяльності спортсменів, встановлений з використанням прямого та непрямого методів дослідження

Джерело енергозабезпечення м'язової діяльності організму					
креатинфосфатне		гліколітичне		аеробне	
$V_3R*100$	біопсія	$V_2*100$	лактат (500м)	$V_6*100$	$\dot{V}O_2max$
51,9	51,5	37,3	12,5	61,6	61,9
R = 0,969		R = 0,989		R = 0,978	

Окремими дослідниками доведено наявність впливу рівня енергозабезпечення м'язової діяльності, визначеної за методикою Вільсона на прояв техніко-тактичної майстерності лижників-гонщиків під час участі у змаганнях.

За попередніми даними нами виявлено прямий взаємозв'язок між ступенем втрати слуху у кваліфікованих лижників-гонщиків з вадами слуху, віднесених до різних медичних груп, та рівнем енергозабезпечення їхньої м'язової діяльності, а також встановлено позитивний вплив використання індивідуальної динаміки показників D&K-TEST на ефективність змагальної діяльності цих спортсменів.

Таким чином, використання методики кардіо-експрес-діагностики "D&K-TEST" для дослідження структури функціональної підготовленості спортсменів забезпечує комплексне вирішення питань, пов'язаних із визначенням їхніх функціональних та резервних можливостей, управління працездатністю, а також врегулювання інших складових процесу спортивного удосконалення.

### Контрольні запитання

- 1. Який метод електрокардіографії покладено в основу методики кардіо-експрес-діагностики "D&K-TEST" для визначення функціональних та резервних можливостей організму спортсменів?*
- 2. Якi відведення реєструються у процесі зняття електрокардіограми за методикою "D&K-TEST"?*
- 3. За якою формулою обчислюється рівень енергозабезпечення м'язової діяльності за методикою "D&K-TEST"?*
- 4. Якi показники характеризують рівень енергозабезпечення м'язової діяльності за методикою "D&K-TEST"?*
- 5. Скільки типів спортсменів визначає методика "D&K-TEST" та які між ними основні відмінності?*
- 6. Чи пов'язані показники "D&K-TEST" з показниками прямих методів досліджень, рівнем спортивних досягнень та працездатністю спортсменів у процесі тренувальної та змагальної діяльності?*

### Рекомендована література

*Влияние биоэлектрической активности сердца на технико-тактическое мастерство в лыжных гонках. — Матеріали ІІ Всеукраїнського з'їзду фахівців спортивної медицини та лікувальної фізкультури України "Людина, спорт і здо-*

ров'я" / [В. П. Карленко, А. В. Веркалец, Н. В. Карленко и др.]. — К., 2008. — С. 44—46.

*Душанин С. А.* Ускоренные методы исследования энергетического метаболизма мышечной деятельности: метод. рекомендації / С. А. Душанин, Ю. В. Береговой, В. Г. Мигулева. — К., 1984. — 27 с.

*Карленко В. П.* Использование компьютерной технологии D&K-TEST в практике подготовки квалифицированных спортсменов / В. П. Карленко, Н. В. Карленко. — М., 2003. — С. 134 — 136.

*Михайлов В. М.* Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ: велоэргометрия, тредмил-тест, степ-тест, ходьба / В. М. Михайлов. — Иваново, 2005. — 439 с.

*Пат. № 57675* "Спосіб експрес-діагностики функціонального стану та резервних можливостей та пристрій для його реалізації" / Карленко В. П., Карленко Б. В., Карленко Н. В.; М-во освіти і науки України, Державний департамент інтелектуальної власності. — 15.03.05, бюл. № 3.

*Соболев В. Л.* Экспресс-диагностика генетической предрасположенности человека к мышечной работе в анаэробных и аэробных условиях по данным специальных упражнений и физиогномики / В. Л. Соболев // IX Міжнар. наук. конгрес "Олімпійський спорт і спорт для всіх". — К., 2005. — С. 725.

*Соболев В.* Функціонально-моторна асиметрія тіла людини у проявах спеціальних локомоцій, фізіогноміки та генетичної схильності серця до роботи в анаэробних та аэробних умовах м'язової діяльності / В. Соболев, К. Макаренко, Ю. Соболев. — Теорія і методика фізичного виховання і спорту. — К. — 2004. — № 1. — С. 111—118.

*Vasin E., Gelfenbain A.* Method and apparatus for determining metabolic factors from an electrocardiogram. — World Intellectual Property Organization. — 20 February, 2003.

## **РАДИОТЕЛЕМЕТРИЧНА ПУЛЬСОМЕТРІЯ**

**Пульсометрія** — визначення частоти серцевих скорочень (ЧСС) або пульсу — один з найпростіших, доступних та досить інформативних способів оцінки функціонального стану системи кровообігу та організму в цілому.

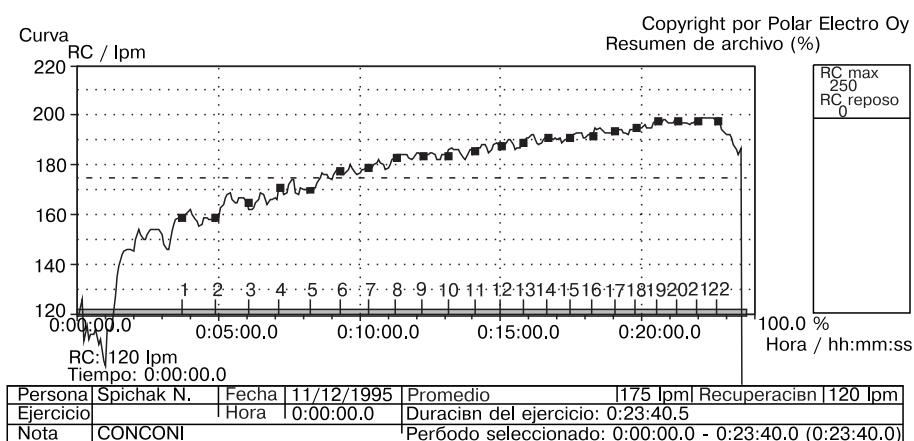
У клінічній практиці ЧСС вимірюється прощупуваннями (пальпація) сонної або променевої артерії, а також з використанням інструментальних методів — електрокардіографії, сейсмокардіографії, фонокардіографії, радіотелеметрії.

**Радіотелеметрія** — метод оперативного контролю з використанням портативних приладів ("Polar", "Timex", "Garmin", "Sigma", "Casio") з поєднанням і аналізом на персональному комп'ютері методів математичного аналізу серцевого ритму за RR-інтервалами у спокої (вранці після сну, після закінчення навантажень) та під час функціональних проб — ортопроба, проба Штанге і Генче — на сучасному портативному електрокардіографі, з'єднаному з персональним комп'ютером.

У спорті підрахунок ЧСС — основний метод оцінки інтенсивності навантаження, фізичної працездатності та функціонального стану організму спортсменів. У практиці спорту пульсометрія широко використовується для:

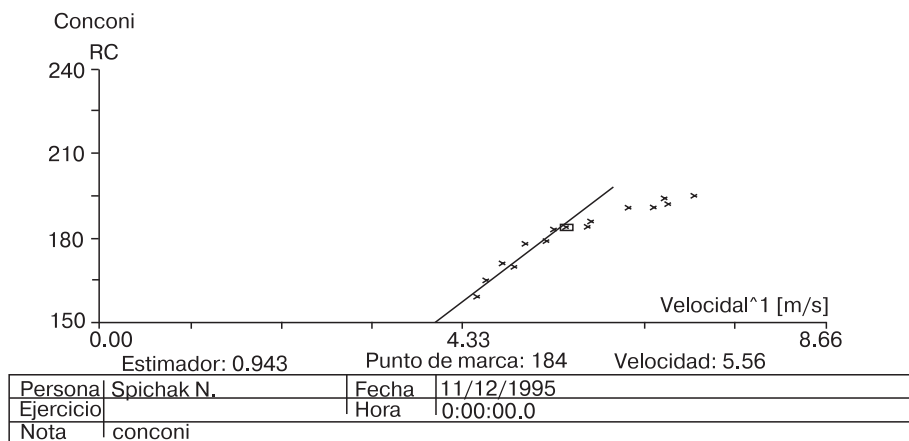
- оцінки функціонального стану організму спортсмена та уточнення готовності до тренувальних навантажень — вимірювання ЧСС у спокої та оцінка реакції на ортостатичну пробу (варіаційна пульсометрія);
- оцінки фізіологічної кривої тренування, для чого ЧСС визначають до заняття, після виконання окремих вправ у розминці та в процесі тренування, а потім у відновлювальному періоді; також здійснюють цілісний запис пульсової кривої (радіотелеметрична пульсометрія);
- дозування навантаження в тренувальному занятті, для чого використовують спеціальні тести (Конконі, PWC-170 тощо) та визначають пульсові межі зон інтенсивності (рис. 32).

#### Приклад реєстрації показників ЧСС за методом радіотелеметрії



Висока інформативність оцінки функціонального стану спортсмена за даними аналізу ЧСС привела до широкого розповсюдження автоматизованих систем реєстрації та аналізу ЧСС — пульсометрів. Найкраще зарекомендували себе пульсометри “Polar” (Фінляндія), програмне забезпечення яких дозволяє накопичувати та аналізувати дані ЧСС за більші проміжки часу.

**ЧСС у спокої.** У добре підготовлених спортсменів ЧСС у спокої дуже низька. У нетренованих людей ЧСС у спокої становить 70—

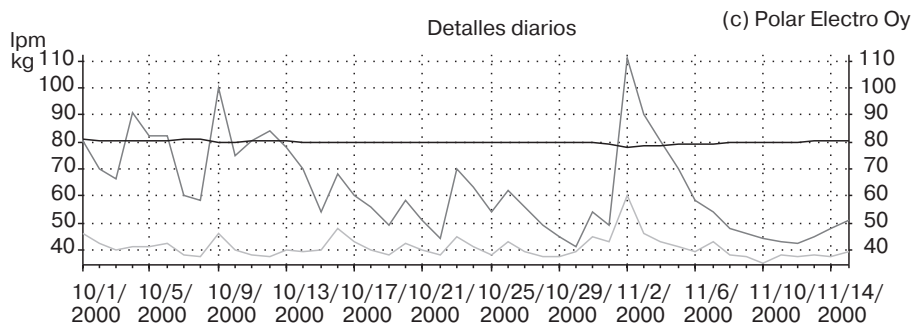


**Рисунок 32** — Залежність ЧСС від швидкості за результатами проходження тесту Конконі у спортсмена під час бігу

80 уд/хв. У міру збільшення аеробних здатностей ЧСС у спокої значно знижується. У добре підготовлених спортсменів на витривалість (велосипедистів, бігунів-марафонців, лижників та ін.) ЧСС у спокої може становити 40—50 уд/хв, а в деяких випадках цей показник може бути ще нижчим (рис. 33).

У жінок ЧСС у спокої приблизно на 10 ударів вища, ніж у чоловіків того самого віку. Вранці ЧСС у спокої у більшості людей приблизно на 10 ударів нижча, ніж увечері. Правда, у деяких людей буває навпаки.

ЧСС у спокої звичайно підраховують вранці перед вставанням із ліжка, щоб гарантувати точність щоденних вимірів. Існує широко розповсюджена, але помилкова думка, що чим нижчий пульс вранці, тим кращий функціональний стан спортсмена. За ранковим пульсом не можна судити про ступінь підготовленості спортсмена. Однак ЧСС у спокої дає важливу інформацію про ступінь відновлення спортсмена після тренування або змагань. Вимірюючи ранковий пульс, можна відстежити перетренованість на ранній стадії, як і всі види вірусних інфекцій (застуда, грип). Ранковий пульс підвищується у випадку перетренованості або інфекційного захворювання й помітно знижується в міру покращання фізичного стану спортсмена. Кожний спортсмен, який серйозно займається спор-



Persona	Samuylenko V.	— RC en reposo	mбн	med	max	
Equipo	Equipo Polar	— Prueba ortostatica RC	35	40	60	lpm
Rango de fechas	10/01/2000 - 11/15/2000	— Peso	41	62	111	lpm
			78.0	79.6	81.0	kg

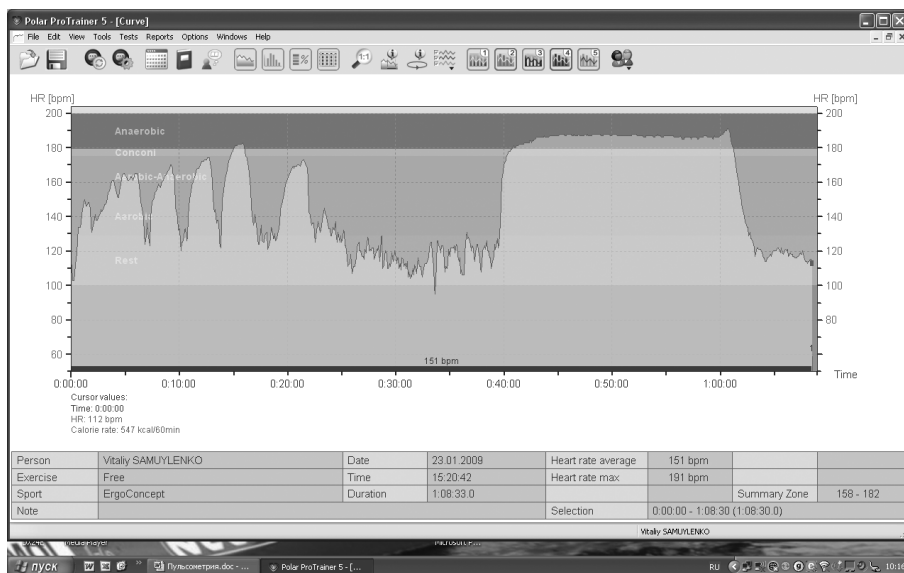
**Рисунок 33** — Типова динаміка частоти серцевих скорочень за днями у стані, близькому до основного обміну (вранці після сну) та під час ортостатичної дії у кваліфікованого спортсмена. Графічні показники програми Training Advisor [www.polar.fi]

том, повинен заносити дані своєї ранкової ЧСС у вигляді кривої в особистий щоденник тренувань.

**ЧСС під час тренування.** За допомогою безперервної реєстрації ЧСС можна об'єктивно проаналізувати стан спортсмена й визначити, наскільки правильно він виконав тренувальне завдання, виправити помилки в тренувальному процесі, якщо вони є. Вимірюючи ЧСС, спортсмен точно буде знати, що являє із себе за відчуттями інтенсивність тренувальних впливів. Такий аналіз також є найбільш важливим для застосування ЧСС-монітора з функцією пам'яті (рис. 34).

Для розвитку різних рухових якостей застосовуються тренування в різних зонах інтенсивності. Межі зон інтенсивності залежать від величин порогів аеробного й анаеробного обміну. Визначення даних порогів як правило проводиться в лабораторних умовах із застосуванням методу газоаналізу і біохімічних методів, з установкою взаємозв'язку, отриманих даними методами показників, із величинами ЧСС. У такий спосіб тренер і спортсмен одержують відносно прості для контролю інтенсивності навантаження показники меж зон інтенсивності за ЧСС:

1 зона — відновлювальна;



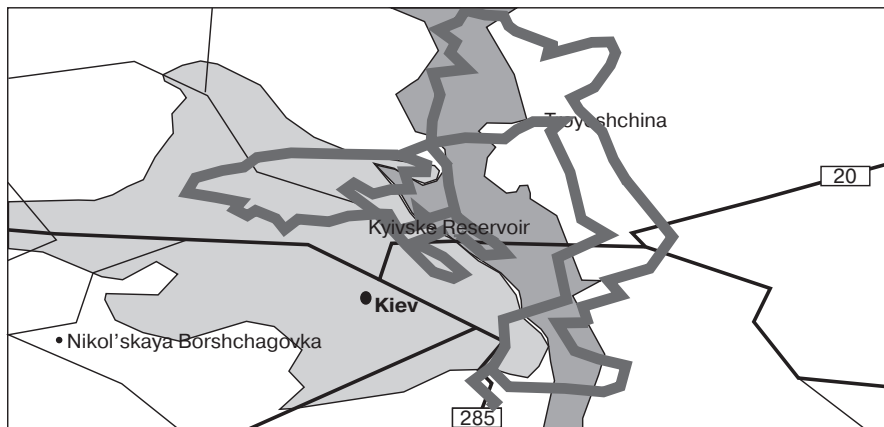
**Рисунок 34** — Динаміка ЧСС під час розминки і змагальної вправи веслувальника на 5000 м. Подання програми “Polar Pro Trainer”

- 2 зона — “аеробного навантаження”;
- 3 зона — “аеробно-анаеробного переходу”;
- 4 зона — “анаеробно-аеробного навантаження”.

Використовуючи монітор ЧСС, тренер або спортсмен можуть контролювати в реальному часі відповідність виконуваної на тренуванні роботи із зоною інтенсивності для розвитку необхідних йому сторін фізичної підготовленості. Застосовуючи в комплексі з монітором ЧСС датчик GPS можна оцінити ефективність перетворення хімічної енергії в механічну. Чим менша відповідь ЧСС під час пересування з заданою швидкістю, тим вища ефективність техніки.

Монітор ЧСС, оснащений датчиком GPS, дозволяє одержувати дані про зміну швидкості пересування спортсмена, пройденої дистанції, перепади висот на дистанції.

Так само сучасні монітори ЧСС можуть виступати як тренажерні пристрої, здатні задавати роботу під час тренування. В пам'ять пристрою можна занести програму тренування у вигляді інтервалів за часом, або дистанції із зазначенням критеріїв ефективності за швидкістю, або ЧСС.



**Рисунок 35** — Карта з маршрутом тренування і даними ЧСС і швидкості, висоти над рівнем моря в різних частинах дистанції

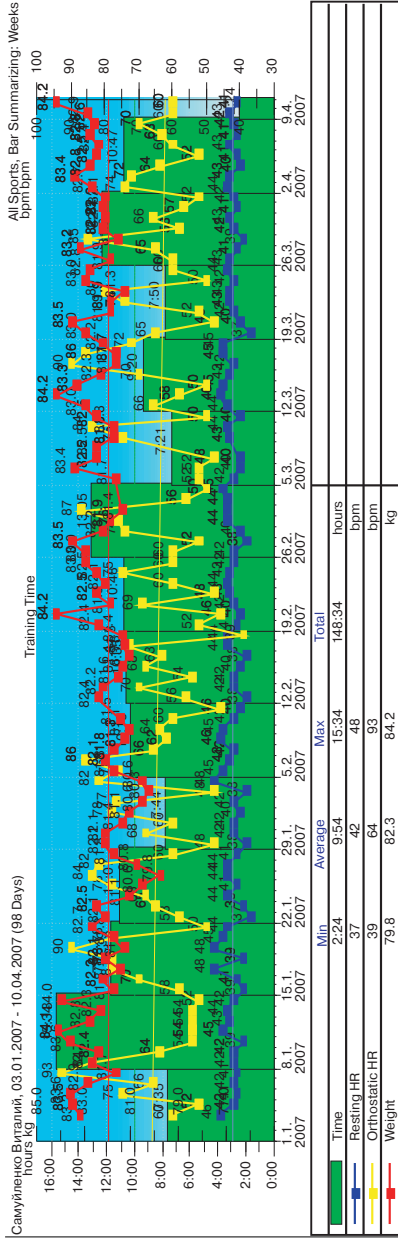
Як правило, тренування інтервальні або перемінні складаються з однакових навантажень, які циклічно повторюються, для цього є можливість указати кількість таких циклів. Монітор ЧСС буде подавати звукові сигнали в момент початку й закінчення роботи й перевищення або зниження ЧСС чи швидкості під час тренування. Залежно від методу тренування — перервного або безперервного — є можливість ручного або автоматичного управління тренуванням. Якщо використовується повторний метод, то спортсмен може довільно вибирати момент початку виконання навантаження. Під час використання інтервального або перемінного методу монітор буде автоматично сигналізувати про необхідність зміни режиму роботи, змінюючи при цьому критерії ефективності, тобто задану швидкість або ЧСС.

Майже завжди ЧСС (внутрішній бік навантаження) вимірюється разом із спідометрією (зовнішнім боком навантаження) (рис. 35—37).

Індивідуальні дані максимальної ЧСС, ЧСС навантаження і ЧСС у стані спокою дозволяють досить об'єктивно оцінювати інтенсивність навантаження, що виконується спортсменом, і порівнювати міру напруження декількох спортсменів під час виконання однакового навантаження. Для цього зручно використовувати формулу Карвонена:

$$\frac{\text{ЧСС навантаження} - \text{ЧСС у стані спокою}}{\text{ЧСС максимальна} - \text{ЧСС у стані спокою}} \times 100\%$$





**Рисунок 36** — Динаміка ЧСС у стані спокою та при навантаженні, маси тіла та обсягу роботи в електронному варіанті

Week	понеділок	вівторок	середа	четвер	п'ятниця	субота	неділя	Summary
46	13. Лис Пулс вєвєром - 84... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 2 чєрєч RO 100	14 Пулс вєвєром - 84... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 2 чєрєч RO 100	15 Пулс вєвєром - 59... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 2 чєрєч RO 100	16 Пулс вєвєром - 58... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 2 чєрєч RO 100	17 Пулс вєвєром - 54... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 2 чєрєч RO 100	18 Пулс вєвєром - 54... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 2 чєрєч RO 100	19 Пулс вєвєром - 48... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 2 чєрєч RO 100	Вєвєсєс: 10 11388.624
47	20 Пулс вєвєром - 43... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 2 чєрєч RO 100	21 Пулс вєвєром - 70... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 2 чєрєч RO 100	22 Пулс вєвєром - 60... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 2 чєрєч RO 100	23 Пулс вєвєром - 54... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 2 чєрєч RO 100	24 Пулс вєвєром - 70... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 2 чєрєч RO 100	25 Пулс вєвєром - 54... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 2 чєрєч RO 100	26 Пулс вєвєром - 48... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 2 чєрєч RO 100	Вєвєсєс: 9 1241.865 km 9172 kcal
48	27 Пулс вєвєром - 50... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	28 Пулс вєвєром - 63... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	29 Пулс вєвєром - 48... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	30 Пулс вєвєром - 43... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	1. Пр Пулс вєвєром - 48... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	2 Пулс вєвєром - 48... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	3 Пулс вєвєром - 48... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	Вєвєсєс: 9 1343.1115 km 9500 kcal
49	4 Пулс вєвєром - 63... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	5 Пулс вєвєром - 60... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	6 Пулс вєвєром - 60... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	7 Пулс вєвєром - 48... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	8 Пулс вєвєром - 60... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	9 Пулс вєвєром - 60... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	10 Пулс вєвєром - 48... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	Вєвєсєс: 7 1222.845 km 9222 kcal
50	11 Пулс вєвєром - 48... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	12 Пулс вєвєром - 48... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	13 Пулс вєвєром - 45... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	14 Пулс вєвєром - 48... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	15 Пулс вєвєром - 48... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	16 Пулс вєвєром - 48... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	17 Пулс вєвєром - 48... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	Вєвєсєс: 7 1019.800 km 7871 kcal
51	18 Пулс вєвєром - 51... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	19 Пулс вєвєром - 54... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	20 Пулс вєвєром - 54... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	21 Пулс вєвєром - 54... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	22 Пулс вєвєром - 51... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	23 Пулс вєвєром - 51... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	24 Пулс вєвєром - 48... CAN 1381.00 km Сєвєбє А. Кєнєвєх 5 RO 138	Вєвєсєс: 8 1138.102 km 9188 kcal

**Рисунок 37** — Варіант сторінки електронного щоденника тренувань — ЧСС та обсягу виконаної роботи за днями та тижневими мікроциклами

У практиці спорту пропонується безліч інтерпретацій поділу тренувальних навантажень за зонами інтенсивності. За даними різних джерел, таких зон буде від 3 до 6 і більше.

### Контрольні запитання

1. Які інструментальні методи дозволяють оперативно і точно оцінити стан організму спортсмена безпосередньо під час тренування?
2. Яку інформацію дозволяють отримувати сучасні радіометричні пульсометри?
3. За показниками чого можна визначити економічність кардіореспіраторної системи?

### Рекомендована література

- Оценка анаэробных порогов по изменению ЧСС при стандартных нагрузочных пробах* / О. Н. Симонова // Физиология человека. — 2001. — № 4, — Т. 27. — С. 66—68.
- Применение пульсометрии в подготовке спортсменов высокого класса: метод. рекоменд.* / под ред. Д. А. Полищука. — К.: Абрис, 1996. — 80 с.
- Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса* / под ред. Дж. Мак-Дуглла, Г. Э. Уэнгера, Г. Дж. Грина; пер. с англ. — К.: Олимп. л-ра, 1998. — С. 404—429.
- Янсен П. ЧСС, лактат и тренировки на выносливость* / Янсен П.; пер. с англ. — Мурманск: Тулома, 2007. — С. 101—116.

### УЛЬТРАЗВУКОВА ДЕНСИТОМЕТРІЯ

**Денситометрія** — метод, що застосовується для діагностики остеопорозу (зниження щільності кісткової тканини).

Метод дозволяє визначити 2—5 % втрати кісткової маси, оцінити динаміку щільності кісткової тканини у процесі розвитку захворювання.

**Остеопороз** — системне захворювання скелета, яке характеризується втратою загальної кісткової маси, що призводить до крихкості і ламкості кісток навіть при незначних навантаженнях, збільшується ризик травм та переломів. Основним засобом у боротьбі із захворюванням є профілактика, до якої відносять харчування і рухову активність, адекватне надходження в організм вітаміну D та інсоляція.

**Розвиток кісткової тканини і формування скелета.** Кісткова тканина і формування скелета проходять три фази росту:

I фаза — від зачаття до 20—25 років. У цей період маса кісткової тканини збільшується в середньому на 8 % на рік;

II фаза — від 20 до 40 років; характеризується відносним балансом між процесами формування і резорбції кістки. Період стабільності кісткової маси. Пік щільності і загальної маси кісткової тканини припадає на 30 років. Величина піка у чоловіків на 13 % більша, ніж у жінок;

III фаза — після 40 років; переважають процеси резорбції в кістковій тканині.

Ультразвукова денситометрія дозволяє простежити динаміку захворювання, швидко, безпечно, з високою точністю **визначити**:

- мінеральну щільність кісткової тканини;
- кальцієвий баланс;
- схильність кісток до переломів;
- наявність остеопенії чи остеопорозу.

Чим вища щільність кісткової тканини, тим кістки більш стійкі до переломів.

Для оцінки стану кісткової тканини використовують спеціалізований ультразвуковий денситометр Sunlight Omnisense 7000 (рис. 38). Дія приладу ґрунтується на вимірюванні швидкості ультразвуку в кістках, закритих шаром м'яких тканин, яка залежить від щільності, еластичності, будови кісткової тканини, товщини кортикального шару і, таким чином, є основою для оцінки щільності кістки. Денситометрія дає можливість прогнозувати розвиток остеопорозу, а також швидко, точно і безпечно визначити вміст у кістковій тканині мінеральних речовин, схильність кісткової тканини до переломів і травм. Отримані дані відповідають даним рентгенівського обстеження.

Показники швидкості проходження ультразвукової хвилі в кістках порівнюються з показниками норми (з урахуванням статі, віку,



**Рисунок 38** — Денситометр для визначення щільності кісткової тканини у спортсменів

**Таблиця 12** — Добова потреба в кальції залежно від виду спорту

Вид спорту	Дисципліна	МГ
Веслування	500, 1000, 2000 м	1800—2500
Плавання		1400–1550
Легка атлетика	короткі дистанції, стрибки	1200—2100
	середні і довгі дистанції	1600—2300
	марафон, ходьба на 20 і 50 км	1800—2800
Лижний спорт	короткі дистанції	1200—2300
	довгі дистанції	1800—2600
Велосипедний спорт	гонки на треку	1300—2300
	гонки на шосе	1800—2700
Боротьба і бокс		2000—2400
Футбол і хокей		1200–1800
Баскетбол і волейбол		1200–1900

факторів ризику захворювань серцево-судинної системи та переломів) і подаються у вигляді графіка.

Основним розрахунковим показником є Т-критерій, що відповідає за точністю критерію  $-2,5$ , прийнятому ВООЗ для діагностики остеопорозу.

Нормативні значення Т-критерію:

- від  $3,0$  до  $-1,0$  — норма N;
- від  $-1,0$  до  $-2,5$  — остеопенія (доклінічний стан остеопорозу);
- від  $-2,5$  до  $-5,0$  — остеопороз (патологічний стан).

Час, що витрачається на виміри, — 5 хв, при цьому вимірюються показники в самій кістці, а не в прилеглих тканинах. Це дозволяє отримати високу точність і повторюваність результатів, що дає можливість дослідити динаміку кісткової тканини.

Метод денситометрії в поєднанні з іншими методами функціональної діагностики дозволяє контролювати стан щільності кісток, підбирати необхідний режим рухової активності і корегувати харчування, добову потребу в кальції (табл. 12).

До факторів ризику розвитку остеопорозу відносять:

- сімейний анамнез;
- належність до білої раси;
- екоморфний тип статури;

- жіноча стать;
- первинна аменорея;
- вторинна аменорея;
- рання менопауза;
- безпліддя;
- паління;
- зловживання алкоголем;
- зловживання кофеїном;
- надлишкове або недостатнє фізичне навантаження;
- переломи в дорослому віці;
- недостатнє споживання кальцію, вітаміну D;
- надлишок у раціоні харчування білка, кухонної солі;
- брак або надлишок жирів у раціоні харчування;
- тривале застосування гепарину;
- застосування кортикостероїдів;
- ендокринні захворювання.

Рекомендоване проходження обстеження — 3—4 рази на рік.

### АНАЛІЗ СКЛАДУ ТІЛА

**Аналіз складу тіла** — біоімпедансний метод визначення маси тіла і відсотка жиру в організмі спортсмена. При регулярному вимірюванні маси тіла і відсотка жиру в організмі можна точно визначити, як змінюється структурний склад тіла на користь активної м'язової маси — як жир поступово заміщується м'язовою тканиною. Нормальний вміст жиру у чоловіків до 30 років становить 14—20 %, у жінок — 17—24 % (табл. 13—14).

**Таблиця 13** — Норми вмісту жирової та м'язової тканин в тілі (за: Едвард Т. Хоулі, Б. Дон Френкс, 2000)

Показник, %	Чоловіки	Жінки
Жир (життєво необхідний)	3—5	11—14
Жир (спортсмени)	5—13	12—22
Жир (фізично підготовлені особи)	12—18	16—25
Жир (особи з потенційним ризиком)	19—24	26—31
Жир (гладкі особи)	25 <	32 <
Склад м'язової тканини в тілі	45—60	30—50

**Таблиця 14** — Індекс маси тіла за даними Національного інституту здоров'я США та ВООЗ

№ з/п	Показник маси	ВМІ
1	Недостатня	до 18,5
2	Норма	18,5—25
3	Надлишкова	25—30
4	Ожиріння, ступінь I	30—35
5	Ожиріння, ступінь II	35—40
6	Ожиріння, ступінь III	40 <

Аналіз складу тіла здійснюється вагами-аналізаторами фірми “Tanita”, Японія. Прилад має дві програми: стандартну та атлетичну (рис. 39).

Метод дозволяє визначити:

- масу тіла;
- індекс маси тіла, ВМІ (відношення маси до зросту — (маса, кг)/(зріст, м), норма: 18, 5—24,9;
- базальний рівень метаболізму, BMR — кількість енергії, яку витрачає людина в стані спокою для підтримання гомеостазу — внутрішнього середовища організму, на добу;
- відсоток жирової тканини в тілі, FAT, %;
- масу жирової тканини в тілі, FAT MASS, кг;
- масу без жирової тканини — маса м'язів, кісток, води тощо, FFM;



**Рисунок 39** — Прилад “Tanita” (Японія) для визначення складу тіла

- загальну кількість води в тілі, кг, TBW, норма: 50—70 % загальної маси тіла (вміст води у чоловіків більший порівняно з жінками за рахунок більшої м'язової маси);
- цільову масу, PW. Оцінка маси після досягнення цільового відсотка жирової тканини в тілі;

- можливу масу жирової тканини при цільовому відсотку жирової тканини в тілі, PFM;
- оцінку жирової тканини, яка потребує корекції, FAT TO LOSE/GAIN;
- опір тіла електричному струму, IMPEDANCE — м'язова тканина є провідником, жирова — ізолятором;
- оцінку маси м'язової маси без жирової тканини, PMS.

### Контрольні запитання

1. Скільки фаз розвитку скелета ви знаєте?
2. В якій фазі досягається пік кісткової маси?
3. Які показники T-критерію характеризують стан остеопенії?
4. Які фактори ризику впливають на стан кісткової тканини?
5. Присутність яких продуктів харчування необхідна в добовому раціоні?
6. Які компоненти складу тіла ви знаєте?
7. Які показники складу тіла характеризують стан здоров'я людини?
8. На які компоненти складу тіла впливають фізичні вправи?
9. Яка кількість води має бути в організмі людини?

### Рекомендована література

*Борщ М. К.* Методические аспекты мониторинга компонентного состава массы тела спортсменов высокой квалификации / М. К. Борщ, Е. В. Хроменкова, А. П. Баскокова // Актуальные вопросы научно-методического обеспечения национальных команд Республики Беларусь при подготовке к зимним олимпийским играм. — Минск, 2005. — С. 34—38.

*Клинические рекомендации.* Остеопороз. Диагностика, профилактика и лечение / под ред. Л. И. Беневольской, О. М. Лесняк. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2005. — 176 с.

*Лукьянчиков В. С.* Остеопороз / В. С. Лукьянчиков, А. П. Калинин // Клиническая медицина. — 1997. — № 6. — С. 20—23.

*Мартиросов Э. Г.* Методы исследования в спортивной антропологии / Э. Г. Мартиросов. — М.: Физкультура и спорт, 1982. — 199 с.

*Насонов Е. Л.* Остеопороз в практике терапевта / Е. Л. Насонов // Здоров'я України. — 2006. — № 4. — С. 54—56.

*Питание спортсменов:* [руководство для профессиональной работы с физически подготовленными людьми] / под ред. Кристин А. Розенблум. — К.: Олимп. л-ра, 2006. — С. 337—350.

*Уилмор Дж. Х.* Физиология спорта и двигательной активности / Дж. Х. Уилмор, Д. Л. Костилл. — К.: Олимп. л-ра, 1997. — 503 с.

*Чечурин Р. Е.* Сравнительная оценка рентгеновской денситометрии осевого скелета и ультразвуковой денситометрии пяточной кости / Р. Е. Чечурин, А. С. Аметов, М. П. Рубин // Остеопороз и остеопении. — 1999. — № 4. — С. 7—10.

## **ОЦІНКА ІНДИВІДУАЛЬНИХ НЕЙРОДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВИЩОЇ НЕРВОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЛЮДИНИ**

Суть цієї методики полягає в застосуванні певної послідовності тестів із навантаженням та критеріїв оцінки обробки інформації різного ступеня складності з використанням відповідних апаратурних засобів “Діагност 1” та “Діагност 2”.

Властивості нервових процесів визначають тип вищої нервової діяльності, який тісно пов’язаний з тим чи іншим типом темпераменту людини.

Цими властивостями є:

**Сила нервової системи** — здатність переносити дуже сильні подразники, її розуміють як витривалість нервової системи. Було встановлено зворотний зв’язок сили нервової системи та чутливості, тобто індивіди, які володіють сильною нервовою системою, характеризуються низьким рівнем чутливості аналізаторів, і, навпаки, для слабкої нервової системи характерною є висока чутливість.

**Рухливість нервової системи** — легкість обробки сигнального значення подразників (позитивного на негативний і навпаки). Основою цього є наявність слідових процесів та їхня тривалість. В обстеженні під час визначення рухливості випробуваному пред’являють у будь-якому порядку стимули, що чергуються: позитивні (що вимагають відповідної реакції), негативні (гальмівні, що вимагають загальмувати реакцію) і нейтральні. Швидкість реагування залежить від того, наскільки довго сліди від попередньої реакції зберігаються і впливають на наступні реакції. Таким чином, чим більше стимулів зможе безпомилково обробити людина в цих умовах, тим вища рухливість її нервової системи. Життєвими проявами рухливості нервової системи є легкість включення в роботу після перерви або на початку діяльності, легкість переробки стереотипів. Така людина легко переходить від одного способу виконання діяльності до іншого, їй притаманна різноманітність прийомів і засобів роботи, причому це стосується як рухової, так і інтелектуальної діяльності. Характерним для такої людини є легкість у встановленні контактів з різними людьми. Інертні особи характеризуються протилежними проявами.

**Лабільність нервової системи** — швидкість виникнення і зникнення нервового процесу. В основі цієї швидкісної характеристики діяльності нервової системи лежить засвоєння ритму імпульсів, що потрапля-



ють до тканин. Чим більшу частоту здатна відтворити та чи інша система в своєму реагуванні, тим вища її лабільність. Показниками лабільності є критична частота злиття миготінь (КЧЗМ), а також латентний період і тривалість депресії L-ритму після пред'явлення подразника. Одним із найважливіших життєвих проявів є швидкість обробки інформації, лабільність емоційної сфери. Лабільність позитивно впливає на успішність інтелектуальної діяльності.

**Урівноваженість** визначає баланс між процесами гальмування і збудження.

Встановлено залежність між окремими властивостями нервової системи і властивостями особистості. Так, *сила збуджувального процесу* ґрунтується на працездатності, витривалості, хоробрості, сміливості, мужності, здатності долати труднощі, самостійності, активності, наполегливості, енергійності, ініціативності, рішучості, гарячковості, схильності до ризику.

*Сила гальмівного процесу* лежить в основі обережності, самовладання, терпіння, потайності, стриманості, холоднокровності.

*Неврівноваженість за рахунок переважання збудження над гальмуванням* обумовлює збудливість, схильність до ризику, гарячковість, нетерплячість, переважання наполегливості над поступливістю. Такій людині більше притаманні дії, ніж очікування і терпіння.

*Неврівноваженість за рахунок переважання гальмування над збудженням* обумовлює обережність, стриманість і витримку у поведінці, виключаються азарт і ризик. На першому місці — спокій та обережність.

*Урівноваженість (баланс) гальмування і збудження* припускає помірність, розмірність діяльності, повагу.

*Рухливість збуджувального процесу* пов'язана зі здатністю швидко перервати почату справу, зупинитися на півдорозі, швидко заспокоїтися. При цьому важко виробляється завзятість у діяльності.

*Рухливість гальмівного процесу* пов'язана зі швидкістю мовних реакцій, жвавістю міміки, товариськістю, ініціативністю, чуйністю, спритністю, витривалістю. Такій людині важко бути потайною, прихильною і постійною.

Людина із задатками спринтера має хорошу реакцію і швидке мислення. Ці якості притаманні людям із підвищеною збудливістю. Гарний спринтер завжди рухливий, активний і вирізняється різкістю рухів, має, як правило, сангвінічний темперамент. Рухливість нервових процесів у спринтерів велика, і в багатьох збуджувальний процес

переважає над гальмівним. У спортсменів, які спеціалізуються у бігу на довгі дистанції, дещо знижена швидкість елементарних рухових реакцій, але більш виражена, ніж у спринтерів, здатність до диференціювання негативних подразників, що свідчить про більшу врівноваженість їхніх нервових процесів. Чим довша дистанція, тим більшу врівноваженість має спортсмен-бігун. Спортсмени, які спеціалізуються у ходьбі, за особливостями нервової системи близькі до бігунів на довгі дистанції.

Представники швидкісно-силових видів спорту (метання, стрибки) за характером елементарної умовно-рефлекторної діяльності нагадують спринтерів. При відносно короткому латентному періоді рухової реакції у багатьох погіршується вироблення диференційованого гальмування на негативні подразники, що свідчить про деяке переважання процесу збудження. Однак у метальників молота відмічається гарна врівноваженість нервових процесів.

Спеціалізація у спортивній та художній гімнастиці, акробатиці висуває підвищені вимоги до нервової системи. Різноманітність рухової діяльності, швидкісно-силова робота, необхідність швидко змінювати силу та напрям руху під час виконання гімнастичних вправ — усе це вимагає високої рухливості нервової системи, якостей, які характеризують сильний, врівноважений і рухливий тип.

Особливе значення в ситуаційних видах спорту (боротьба, фехтування, бокс, спортивні ігри) має швидкість простих та складних рухових реакцій, які визначаються тривалістю латентного періоду. Швидкість орієнтування і тактичних умовисновків забезпечує рухливість нервових процесів, здатність своєчасного переходу від збудження або гальмування в одних ділянках кори головного мозку до таких самих процесів в інших. У ситуаційних видах спорту велике значення має врівноваженість нервової системи. Змагання вимагають значного збудження спортсмена, однак за надмірної збудливості він може втратити контроль над своїми діями. Переважання гальмування над збудженням негативно позначається на емоційному фоні змагання, швидкості мислення і рухових реакціях.

### **Контрольні запитання**

- 1. У чому полягає суть методики проведення досліджень оцінки індивідуальних нейродинамічних властивостей вищої нервової діяльності спортсменів?*
- 2. Які властивості притаманні нервовим процесам людини?*

3. Які залежності між окремими властивостями нервової системи і властивостями особистості вам відомі?

4. Як впливають властивості нервової системи на професійну діяльність спортсменів?

5. Які існують відмінності у проявах властивостей нервової системи у різних видах спорту?

6. Що дає тренеру володіння знанням про властивості нервової системи?

7. Як тренер може скористатися знаннями про властивості нервової системи?

### Рекомендована література

Ермаков П. Н. Психомоторная активность и функциональная асимметрия мозга / П. Н. Ермаков. — Ростов-н/Д: Изд-во РГУ. — 1988. — 128 с.

Макаренко М. В. Методика проведення обстежень та оцінки індивідуальних нейродинамічних властивостей вищої нервової діяльності людини / М. В. Макаренко // Фізіологічний журнал. — 1999. — Т. 45, № 4. — С. 125–131.

Макаренко Н. Формирование свойств нейродинамических функций у спортсменов / Н. Макаренко, В. Лизогуб, А. Безкопыльный // Наука в олимпийском спорте. — 2005. — № 2. — С. 80—85.

Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. — М.: Сов. спорт, 2005. — 820 с.

Родионов А. В. Влияние психологических факторов на спортивный результат / А. В. Родионов. — М.: Физкультура и спорт, 1983. — 112 с.

Сенсомоторные функции в онтогенезе человека и их связь со свойствами нервной системы / [Макаренко Н. В., Лизогуб В. С., Борейко Т. И., Давыдова Е. Н. и др.] // Физиология человека. — 2001. — Т. 27, № 6. — С. 52—57.

Сурков Е. Н. Психомоторика спортсмена / Е. Н. Сурков. — М.: Физкультура и спорт, 1984. — 125 с.

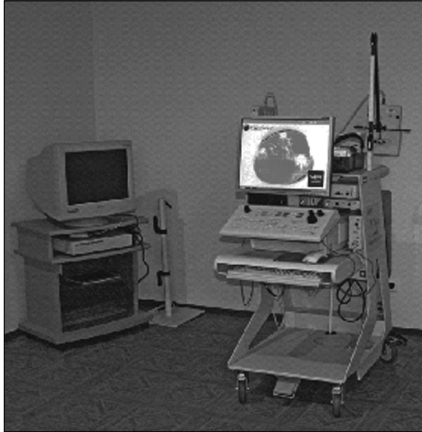
Уэйнберг Р. С. Основы психологии спорта и физической культуры / Р. С. Уэйнберг, Д. Гоулд. — К.: Олимп. л-ра. — 2001. — 325 с.

Філіппов М. М. Психофізіологія людини: навч. посіб. / М. М. Філіппов. — К.: МАУП, 2003. — 136 с.

Шинкарук О. Влияние полового диморфизма и физических нагрузок на проявление нейродинамических свойств у спортсменов высокого класса / О. Шинкарук, Е. Лысенко // Наука в олимпийском спорте. — 2004. — № 1. — С. 75—79.

### ЕЛЕКТРОНЕЙРОМІОГРАФІЯ

Електронейроміографічне (ЕНМГ) дослідження проводиться на нейродіагностичному комплексі Vikingselect, Viasys (США—Німеччина) (рис. 40). У спортсменів, які обстежуються, реєструють м'язову активність у стані спокою, при стандартному та максимальному наван-



**Рисунок 40** — Електроміограф Vikingselect, Viasys (США—Німеччина) для дослідження функціонального стану м'язів за допомогою реєстрації їхніх біопотенціалів

таженнях, а також проводиться поверхнева стимуляція нервів кінцівок із реєстрацією викликаних потенціалів.

Для оцінки функціонального стану нервово-м'язової системи спортсменів використовується методика визначення швидкості проведення нервового імпульсу по моторних (рухових) волокнах нервів кінцівок, яка залежить (у числі інших факторів) від кислотно-основного балансу та електролітного обміну в тканинах, а також від стану периферичного кровообігу в кінцівці. В нормі значення швидкості становить 25—60 м · с<sup>-1</sup>. Зниження цього показника може свідчити про порушення про-

ведення електричних імпульсів по волокнах нерва внаслідок їх ішемії та (або) компресії (можливо, як результат стомлення, перевантажень, травм), або, при значному зниженні показника, про стоншення волокон нерва (зменшення площі поперечного перерізу).

*Приклад:* під час обстеження групи спортсменів у спортсмена N швидкість проведення імпульсу по моторних волокнах великогомілкового нерва становила 15 м · с<sup>-1</sup>, тоді як у інших спортсменів її значення коливалось від 35 до 44 м · с<sup>-1</sup>. Можна говорити про наявність у спортсмена N ішемії або компресії волокон великогомілкового нерва.

Інформативною є методика Н-рефлексометрії камбалоподібного м'яза литки в поєднанні з тестом на стомлення триголового м'яза литки, т. т. gastrocnemius-soleus (як відомо, Н-рефлекс являє собою моносинаптичну рефлекторну відповідь, що відводиться від м'яза в умовах електричної стимуляції її низькопорогових аферентів (чутливих волокон), які проходять в складі змішаного нерва). В нормі поріг Н-рефлексу (мінімальна інтенсивність стимулу, за якої він з'являється) дорівнює 2–12 мА, максимальна амплітуда Н-рефлексу 3–12 мВ; поріг М-відповіді (прямої відповіді м'яза на подразнення моторних (рухових) волокон нерва) в нормі становить 5–20 мА, максимальна амплітуда М-відповіді 3–15 мВ. Зміни

цих параметрів (такі, як збільшення порога Н-рефлексу та М-відповіді, зменшення максимальної амплітуди Н-рефлексу, зменшення величини співвідношення максимальних амплітуд Н-рефлексу та М-відповіді) можуть свідчити про порушення проведення імпульсу по чутливих волокнах нерва та слугувати вісником можливих порушень у роботі сегментарного апарату поперекового відділу спинного мозку.

*Приклад:* під час обстеження групи спортсменів у спортсмена N поріг Н-рефлексу становить 19,8 мА (норма: 2–12 мА), поріг М-відповіді становить 31,4 мА (норма: 5–20 мА), що може бути ознакою гіпоксії та (або) ішемії спинномозкового корінця S1, можливо, внаслідок стомлення або перевантажень.

Зниження амплітуди Н-рефлексу при м'язовому стомленні виникає внаслідок накопичення метаболітів у м'язі (молочна кислота, неорганічні фосфати), а також збільшення внутрішньом'язового тиску. Під час виконання стандартного фізичного навантаження у більш тренуваних спортсменів спостерігається менше зміщення гомеостазу, показником чого є більш низька концентрація молочної кислоти у крові. Таким чином, менш виразне пригнічення Н-рефлексу та більш швидке відновлення його до висхідних величин свідчить про кращий рівень тренуваності спортсмена.

*Приклад:* під час обстеження групи спортсменів після виконання стандартного фізичного навантаження методом ізометричного скорочення триголового м'яза литки з силою 75 % максимальної у спортсмена N спостерігалось зниження амплітуди Н-рефлексу до 70 % контрольної величини, а час відновлення становив 75 с, в той час як у спортсмена М амплітуда Н-рефлексу знижувалась до 30 % контрольної величини, а час відновлення становив 180 с. Можна зробити висновок, що спортсмен N має вищий рівень тренуваності, ніж спортсмен М.

Амплітудні характеристики електроміограми, параметри кореляційного та спектрального аналізу використовуються для оцінки міжм'язової координації (м'язи-агоністи—м'язи-антагоністи) під час виконання стандартного та максимального навантаження та слугують критерієм рівня тренуваності спортсменів. Так, під час виконання стандартних навантажень у спортсменів високої кваліфікації відмічається значно менша електрична активність м'язів порівняно зі спортсменами нижчої кваліфікації, тоді як під час виконання граничних навантажень у спортсменів високого класу виявляється більш висока ак-

тивність м'язів-агоністів і в той самий час менша активність м'язів-антагоністів (тобто вищий рівень міжм'язової координації), ніж у спортсменів нижчої кваліфікації.

**Рекомендації.** При відхиленні параметрів Н-рефлексометрії та величини швидкості проведення імпульсу по моторних волокнах нервів кінцівок від норми рекомендується більше уваги приділяти спині (особливо грудному та поперековому відділам хребта), а саме: включати до тренувальної програми вправи, спрямовані на зміцнення м'язів спини, прямих та косих м'язів живота, а також використовувати засоби, що допомагають розвантаженню та відновленню міжхребцевих дисків — плавання, фізіотерапія, масаж, вправи на розтягнення м'язів спини.

### Контрольні запитання

1. Які електронейроміографічні методики застосовуються для оцінки функціонального стану нервово-м'язової системи спортсменів?
2. Про що свідчить зниження швидкості проведення нервового імпульсу по моторних волокнах нервів кінцівок?
3. Як зміни амплітуди Н-рефлексу під час виконання стандартного навантаження пов'язані з рівнем тренуваності спортсмена?
4. Що можна оцінити за допомогою амплітудних характеристик електроміограми та параметрів кореляційного та спектрального аналізу?

### Рекомендована література

- Бадалян Л. О. Клиническая электромиография / Л. О. Бадалян, И. А. Скворцов. — М.: Медицина, 1986. — 368 с.
- Гехт Б. М. Теоретическая и клиническая электромиография / Б. М. Гехт. — Л., 1990. — 232 с.
- Мак-Комас А. Дж. Скелетные мышцы / А. Дж. Мак-Комас. — К.: Олимп. л-ра, 2001. — 408 с.
- Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте / В. Н. Платонов. — М.: Сов. спорт, 2005. — 820 с.
- Физиологическое тестирование спортсмена высокого класса / под ред. Дж. Мак-Дуглла, Г. Э. Уэнгера, Г. Дж. Грина; пер. с англ. — К.: Олимп. л-ра, 1998.
- Hodes R., Larrabee M. G., German W. The human electromyogram in response to nerve stimulation and the conduction velocity of motor axons // Arch. Neurol. Psychiat. (Chic.), 1948. — V. 60. — P. 340—365.

*Magladery JW, McDougal DB Jr, Stoll J.* Electrophysiological studies of nerve and reflex activity in normal man. II. The effects of peripheral ischemia. *Bull Johns Hopkins Hosp.* 1950, May;86(5):291—312.

*Han T. R.* A study on new diagnostic criteria of H-reflex / T. R. Han, J. H. Kim, N. J. Paik // *Electromyogr. Clin. Neurophysiol.* 1997, Jun—Jul, 37(4), 241—50.

*Mazzocchio R, Scarfo GB, Mariottini A, Muzii VF, Palma L.* Recruitment curve of the soleus H-reflex in chronic back pain and lumbosacral radiculopathy. *BMC Musculoskelet Disord.* 2001;2:4.

*Kamen G, Taylor P, Beehler PJ* Ulnar and posterior tibial nerve conduction velocity in athletes. *Int J Sports Med.* 1984 Feb;5(1):26—30.

*Misiaszek JE.* The H-reflex as a tool in neurophysiology: its limitations and uses in understanding nervous system function. *Muscle Nerve.* 2003 Aug;28(2):144—60.

*Fisher MA.* Electrophysiology of radiculopathies. *Clin Neurophysiol.* 2002, Mar;113(3):317—35.

## ДОДАТКИ

Додаток А

### Примірник анкети-погодження медико-біологічного обстеження спортсмена

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І СПОРТУ УКРАЇНИ  
лабораторія "Теорії і методики спортивної підготов-  
ки і резервних можливостей спортсменів"

Дата заповнення: "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_ 200\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
прізвище, ім'я, по батькові  
Рік народження \_\_\_\_\_, число, місяць "\_\_\_\_\_" \_\_\_\_\_  
Маса, кг \_\_\_\_\_, зріст, см \_\_\_\_\_, стать Ж / Ч  
Вид спорту \_\_\_\_\_  
Спеціалізація \_\_\_\_\_  
Спортивний стаж, роки \_\_\_\_\_ Спорт. кваліфікація \_\_\_\_\_

Я повністю ознайомлений(на) з метою, завданнями і методами, а також з іншою інформацією, що стосується комплексного обстеження на експериментальній базі НДІ Національного університету фізичного виховання і спорту України, яке проводиться відповідно до Програми, законодавства України про охорону здоров'я і Гельсінської декларації.

Я згоден(на), що результати комплексного обстеження будуть повідомлені мені, тренерському складу команди і лікарю команди для подальшої індивідуальної корекції тренувального процесу.

Я прочитав(ла) та розумію викладене в Програмі пояснення мети та процедури комплексного обстеження особливостей прояву фізичної працездатності і функціональних можливостей спортсмена, оцінки функціонального стану організму.

Я згоден(на) брати участь у комплексних обстеженнях протягом усього періоду моєї спортивної підготовки, як в умовах лабораторії, так і в природних умовах тренувального процесу.

\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Підпис спортсмена ПІБ  
\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_  
Підпис ПІБ



## Типовий зміст ВИСНОВКІВ за результатами медико-біологічних обстежень спортсменів

Складається з трьох частин:

**1 частина. ОПИС** (загальна констатація фізіологічних факторів).

Оцінка відповідності біологічних показників нормам, фізіологічна інтерпретація отриманого рівня основних параметрів та характеристика їхніх відхилень. Характеристика взаємозв'язку показників із погляду ефективності фізіологічних процесів.

**2 частина. ГЕНЕЗИС** (аналіз минулого періоду).

Характеристика взаємозв'язку рівня фізіологічних показників і ступеня їхніх зрушень із рівнем і структурою підготовленості спортсмена, з урахуванням віку, етапу спортивного тренування, характеру навантаження та інших впливів на організм, які використовувалися в період, що передує обстеженню. Фізіологічний аналіз змісту і результатів минулого тренувального періоду з використанням кількісних показників (ретроспективний аналіз).

**3 частина. ПРОГНОЗ** (передбачення варіантів майбутнього періоду).

Оцінка наявного рівня і ступеня зрушень біологічних показників у їх взаємозв'язку із впливом попередніх навантажень і інших впливів на організм для наступного тренувального заняття. Прогностична оцінка можливих ефективних напрямів впливу на організм спортсмена. Рекомендація передбачуваних способів і етапів впливу на організм спортсмена (характер тренувальних навантажень і співвідношення основних параметрів фізичного навантаження, відновлювальні заходи тощо) з максимально можливим ступенем конкретизації (вказується час наступних перевірок).

Приклади висновків за результатами  
медико-біологічних обстежень

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ  
ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І СПОРТУ УКРАЇНИ  
лабораторія “Теорії і методики спортивної підготовки  
і резервних можливостей спортсменів”

Результати  
комплексного медико-біологічного обстеження  
функціонального стану спортсмена

24—25 жовтня 2009 р.

м. Київ

**ІВАНОВА Ірина Віталіївна**

Біохімічний аналіз крові у стані спокою:

Гемоглобін, мг %	—	123 — нижня межа норми
Гематокрит, %	—	32,1
Лактат, ммоль · л <sup>-1</sup>	—	1,76
Сечовина, ммоль · л <sup>-1</sup>	—	4,6

**Математичний аналіз варіабельності серцевого ритму** — у стані спокою в регуляції серцевого ритму відмічається оптимальне співвідношення тону симпатичного і парасимпатичного відділів вегетативної нервової системи — нормотонічний тип регуляції (ІН 26,92 ум.од., ЧСС 62,68 уд · хв<sup>-1</sup>) з деяким переважанням активності парасимпатичного каналу регуляції. Адекватна реакція організму на ортостатичний вплив (ІН 220,19 ум. од., ЧСС 91,65 уд · хв<sup>-1</sup>) і тестуючі навантаження максимальної інтенсивності (ІН 383,14 ум. од., ЧСС 82,52 уд · хв<sup>-1</sup>). Підвищений рівень енергетичних витрат організмом у відновлюваному періоді після виконання функціональної проби і тестуючих навантажень, що свідчить про наявність ознак недовідновлення після попередніх навантажень, знижений рівень економічності функціонування функціональних систем.

Уповільнені відновлювальні процеси. Відмічається підвищена збудливість симпатичного каналу регуляції та уповільнене відновлення за ЧСС (ступінь

збільшення ЧСС при оргопробі: ЧСС = +28,97 д · хв<sup>-1</sup>, норма ЧСС у межах 10—20 уд · хв<sup>-1</sup>), що необхідно враховувати під час планування серій тренувальних навантажень і тривалості й характеру інтервалів відпочинку між серіями й окремими тренувальними навантаженнями.

Регуляція серцевого ритму в межах норми і відповідає періоду підготовки.

**Електрокардіографія** — ритм синусовий, ЧСС 56—62 уд · хв<sup>-1</sup>. Нормальне положення електричної осі серця < L +59. Тимчасові інтервали в межах вікової норми. Відмічаються ознаки перевантаження правого передсердя. Комбінована гіпертрофія міокарда шлуночків (правого і лівого). Рівень метаболічного забезпечення міокарда в межах норми.

**Векторкардіографія** в багаторічному циклі підготовки — відмічається позитивна динаміка (зріс рівень резервних можливостей серця). Відмічаються ознаки невідновлення на попереднє навантаження.

**Денситометрія** — відмічається сприятливий стан кісткової тканини відповідно до вікової норми.

**Аналіз складу тіла:**

**Маса тіла** — 63,3 кг.

**Жировий компонент** — 23,9 %.

Дані обстеження складу тіла перебувають у межах допустимих норм для спортсменів, процентний вміст жирового компонента в тілі перебуває у межах допустимих норм для фізично підготовлених осіб.

#### Показники складу тіла

Вага активної маси тіла, кг	Маса м'язової тканини, кг	Маса жирового компонента, кг	Відсотковий вміст жиру в тілі, %	Відсотковий вміст м'язової тканини в тілі, %
48,1	31,6	15,2	23,9	49,9

**Спірометрія** в стані спокою — без особливостей. Більшість показників значно вищі модельних значень відповідно до антропометричних характеристик. Життєва ємність легенів (ЖЄЛ) на вдиху становить 5,39 л, тобто 126,2 % модельних значень для даного віку й антропометричних даних, на видиху — 5,37 л (125,7 % модельних). Швидкість видиху при форсованій спірометрії перебувала в межах 8,88 л · с<sup>-1</sup> (113,5 % модельних). Показник максимальної легеневої вентиляції в стані спокою становив 183,3 л · с<sup>-1</sup> (141,9 % модельних). Дані показники не лімітують досягнення високого спортивного результату у вибраній дисципліні.

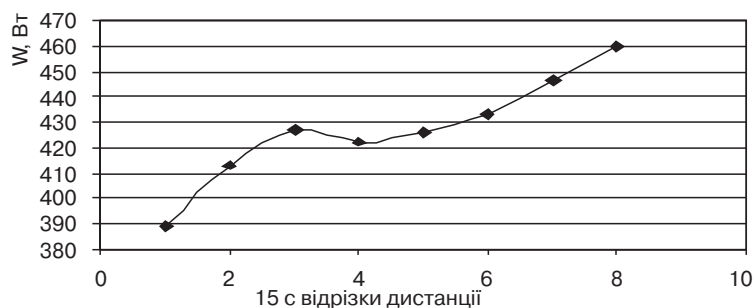
**Реакція кардіореспіраторної системи на навантаження в тестах.** Індивідуальний рівень загальної фізичної працездатності поєднується з високим щодо групи максимальним рівнем аеробних можливостей ( $\dot{V}O_{2max}$  57,4 мл/кг), що становить 90,72 % реалізації загального аеробного потенціалу організму. Під час

виконання ступеневопідвищуючого навантаження “до відмови” відмічається середня досягаюча потужність дихальної системи. Підвищений рівень активності анаеробних гліколітичних процесів в енергозабезпеченні навантаження поєднується з підвищеною стійкістю аеробних процесів до зростаючого рівня ацидозу. Уповільнене відновлення і знижена економічність функціонування функціональних систем.

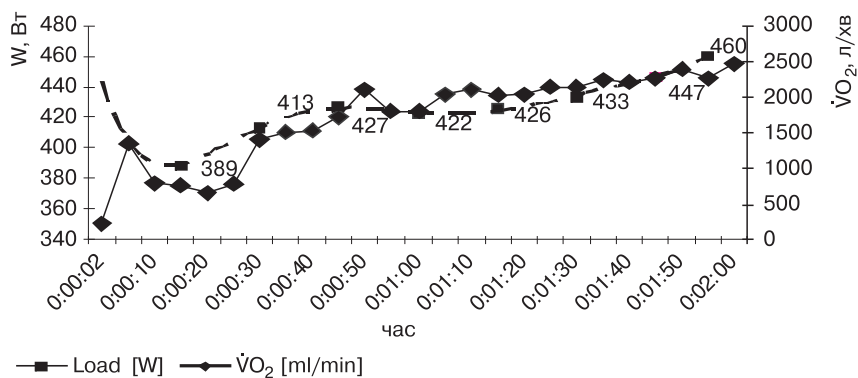
Тест, який моделює проходження змагальної дистанції. Знижений ступінь реалізації аеробних можливостей в умовах тесту — 47,41 %. Знижена швидкість утилізації лактату у відновлювальному періоді — знижена швидкість розгортання аеробних і анаеробних гліколітичних процесів в енергозабезпеченні поєднується з високою стійкістю функціональних реакцій до збільшення ступеня ацидозу.

Умови тесту: 2 хв, на спині — робота максимальної інтенсивності, величина навантаження № 5.

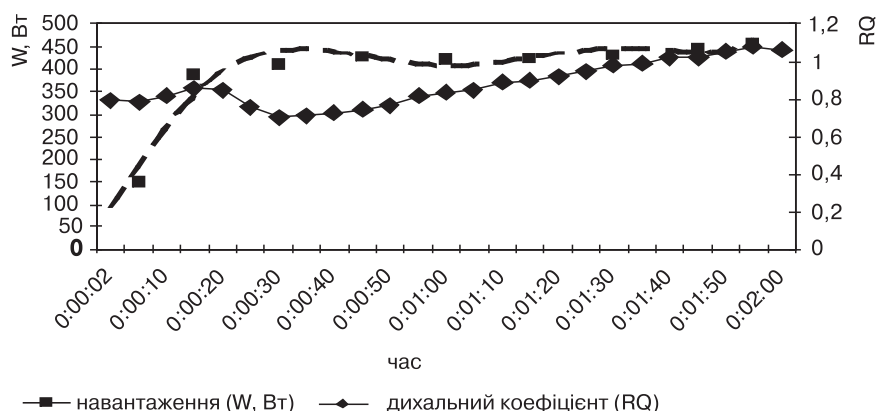
Показники	Стартова ділянка	Фінішна ділянка	Середнє значення на дистанції
Зусилля, N		136	118
Робота, Nm <sup>-1</sup>		344	137
Потужність, ум. Вт	389	529	460
Темп, гребків за хв		53	42
Довжина кроку за гребок, м		1,10	1,19
Концентрація лактату на 3-й хв відновлювального періоду			14,3
Концентрація лактату на 7-й хв відновлювального періоду			14,4
Різниця концентрації лактату на 3-й і 7-й хв відновлювального періоду			+0,1



Динаміка потужності навантаження (W) під час виконання тестового навантаження максимальної інтенсивності протягом 2 хв.



Динаміка потужності навантаження (W) у поєднанні зі споживанням кисню ( $\dot{V}O_2$ ) під час виконання тесту з навантаженням максимальної інтенсивності протягом 2 хв.



Динаміка розвиваючої потужності навантаження (W) у поєднанні зі зміною газообмінного відношення ( $RQ = \dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$  — дихальний коефіцієнт) під час виконання тесту з навантаженням максимальної інтенсивності протягом 2 хв.

**Психофізіологія.** За результатами виконання навантаження різної сенсомоторної складності у спортсменки відмічається високий рівень реактивності, вища за середню швидкість реакції в нескладних умовах реагування. Однак швидкість центральної обробки інформації знижена в поєднанні зі зниженою швидкістю моторного компонента реакції.

Зі збільшенням складності завдання відмічається погіршення ефективності сенсомоторної діяльності. Знижуються як рівень значення центральної обробки інформації, так і значення моторного компонента реакції.

Середній рівень функціональної рухливості нервових процесів у поєднанні зі зниженим рівнем працездатності головного мозку.

Варто звернути увагу, що після виконання серії тестів із навантаженням у спортсменки відмічається незначне поліпшення ефективності сенсомоторної діяльності за всіма показниками.

За результатами реакції на об'єкт, який рухається, до і після тестів із навантаженням відмічається виражене переважання процесів збудження над процесами гальмування, що поєднується з низьким рівнем точності реакції.

Дуже високий рівень функціонального стану нервово-м'язового апарату, що свідчить про відмінний рівень витривалості нервово-м'язового апарату — довго утримує високий темп руху кисті.

Мобілізаційні впливи (підвищення рівня мотивації) для підвищення ефективності сенсомоторної діяльності. Вправи, які вимагають мобілізації всіх сил для ефективного виконання поставленого завдання в певних умовах.

Аналіз результатів медико-біологічного обстеження Іванової І. свідчать у цілому про задовільну адаптацію організму спортсменки до тренувальних навантажень. Відмічаються деякі ознаки недовідновлення, що відповідає періоду спортивної підготовки.

#### **Рекомендації**

1. Тренувальні навантаження відповідно до плану підготовки.
2. У тренувальному процесі на фоні тренувальних навантажень аеробного характеру (ЧСС у верхній частині зони II, нижня частина в зоні III) необхідне підключення короткочасних високоінтенсивних навантажень анаеробного характеру, з подальшими періодами пасивного відпочинку (у міру підвищення рівня тренуваності — активного відпочинку) — сприяють розвитку потужніших характеристик системи дихання, фізичної працездатності, швидкості розгортання анаеробних механізмів енергозабезпечення й швидкості усунення (виведення) й утилізації молочної кислоти (лактату) — серія максимальних прискорень (ЧСС у зоні IV).
3. Відновлювальні заходи.
4. Корекція раціону харчування.
5. Поступове (не більше 3 кг на місяць) зниження вмісту жиру в тілі за рахунок зниження шкірно-жирових складок: на трицепсі, у підлопатковій зоні, на гомілці.
6. Уповільнене відновлення за ЧСС необхідно враховувати під час планування серій тренувальних навантажень і тривалості й характеру інтервалів відпочинку між серіями й окремими тренувальними навантаженнями.

### Зони інтенсивності навантажень за ЧСС (уд/хв)

Зона	Направленість навантажень	ЧСС, уд · хв <sup>-1</sup>
I	Зона відновлювального навантаження	до 119
II	Зона навантаження аеробного характеру	120–166
III	Зона аеробно-анаеробного переходу	167–181
IV	Зона анаеробно-аеробного переходу	182–191

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ НАЦІОНАЛЬНОГО  
УНІВЕРСИТЕТУ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І СПОРТУ УКРАЇНИ  
лабораторія “Теорії і методики спортивної підготовки  
і резервних можливостей спортсменів”

Результати  
комплексного обстеження спортсмена

23 листопада 2009 р.

м. Київ

**ІВАНОВ Олександр Миколайович**

Зріст 182 см

Маса тіла 88 кг

Характеристики максимального рівня реакції кардіореспіраторної системи на навантаження		
Максимальна потужність навантаження	Wкр, Вт	296
	Wкр на кг маси, Вт/кг	3,36
Максимальний рівень легеневої вентиляції	V <sub>E</sub> max, л · хв <sup>-1</sup>	162
	V <sub>E</sub> max на кг маси, мл · кг	1840,91
Максимальний рівень спо- живання кисню	ḂO <sub>2</sub> max, мл · хв <sup>-1</sup>	4160
	ḂO <sub>2</sub> max на кг маси, мл · кг	47,3
Частота серцевих скорочень	ЧССmax, уд · хв <sup>-1</sup>	203
Максимальний дихальний коефіцієнт:		
при фізичному навантаженні	RQфн.	1,11
у відновлювальному періоді	RQвідн.	1,12
Концентрація лактату в крові:		
на 10-й с після стандарт- ного навантаження	HLact, ммоль · л <sup>-1</sup>	6,49

Продовження таблиці

на 10-й с після навантаження, ступін- часто підвищується “до відмови”	HLa10-с, ммоль · л <sup>-1</sup>	11,0
на 3-й хв. відновлювального періоду	HLa3-хв, ммоль · л <sup>-1</sup>	10,20
різниця лактату на 3 і 7-й хв. відновлювального періоду	ΔHLa, ммоль · л <sup>-1</sup>	-0,80
співвідношення потужності наванта- ження і концентрації лактату в крові	W/HLa, Вт/ммоль · л <sup>-1</sup>	26,91
<b>Характеристика реакцій кардіореспіраторної системи на рівні порога анаеробного обміну</b>		
Потужність навантаження	W <sub>АП</sub> , Вт	234
	W <sub>АП</sub> на кг маси, Вт/кг	2,66
Рівень легеневої вентиляції	V <sub>ЕАП</sub> , л/хв.	111
	V <sub>ЕАП</sub> на кг маси, мл/кг	1261,6
Рівень споживання кисню	VO <sub>2АП</sub> , мл/хв	3601
	VO <sub>2АП</sub> на кг маси, мл/кг	40,9
Частота серцевих скорочень на рівні порога анаеробного обміну	ЧСС <sub>АП-1</sub> , уд · хв <sup>-1</sup>	169
	ЧСС <sub>АП-2</sub> , уд · хв <sup>-1</sup>	188
Рівень порога анаеробного обміну як $\dot{V}O_{2АП}$ в % от $\dot{V}O_{2max}$		86,56
Частота серцевих скорочень у відновлювальному періоді — 10 хв.	ЧССвідн, уд · хв <sup>-1</sup>	129, спо- вільнена

**Зони інтенсивності навантажень за ЧСС (уд/хв)**

	Направленість навантажень	ЧСС, уд · хв <sup>-1</sup>
I	Зона відновлювального навантаження	до 128 уд · хв <sup>-1</sup>
II	Зона навантаження аеробного характеру	129–168 уд · хв <sup>-1</sup>
III	Зона аеробно-анаеробного переходу	169–192 уд · хв <sup>-1</sup>
IV	Зона анаеробно-аеробного переходу	193—200 уд · хв <sup>-1</sup>
	Зона максимальної активації анаеробних процесів в енергозабезпеченні	понад 200 уд · хв <sup>-1</sup>



## ТЕСТОВІ ЗАПИТАННЯ

**1. Сучасні газоаналітичні комплекси, що використовують для оцінки функціональних можливостей спортсменів, дозволяють реєструвати:**

А — артеріальний тиск, ЧСС, температуру тіла

Б — дихальний об'єм, частоту дихання, концентрацію  $O_2$  і  $CO_2$  в повітрі, що видихається, ЧСС, параметри фізичної роботи

В — параметри червоної крові, параметри фізичної роботи

Г — ЧСС, параметри фізичної роботи, лактат крові

**2. Потужність роботи в стандартних тестах розраховується для кожного спортсмена з урахуванням:**

А — віку

Б — швидкості пересування

В — маси тіла

Г — температури тіла

**3. Який показник є інтегральним критерієм максимальної аеробної потужності організму спортсмена?**

А — максимальна ЧСС

Б — максимальне виділення  $CO_2$

В — максимальне споживання кисню

Г — максимальний артеріальний тиск

**4. Потужність роботи, при якій починають домінувати анаеробні процеси енергозабезпечення, називають:**

А — критична потужність

Б — максимальна потужність

В — аеробний поріг

Г — анаеробний поріг

**5. Для визначення характеристик анаеробного порога прийнято використовувати:**

А — роботу потужності, що підвищується ступінчасто

Б — рівномірну роботу “до відмови”

В — роботу потужності, що знижується ступінчасто

Г — функціональні проби

**6. Яке значення концентрації лактату в крові свідчить про досягнення аеробного порога?**

А —  $10 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$

Б —  $18 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$

В —  $2 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$

Г — Максимальне значення лактату, будь-коли зареєстроване у спортсмена

**7. Яке значення концентрації лактату в крові свідчить про досягнення анаеробного порога?**

А —  $4 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$

Б —  $18 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$

В —  $10 \text{ ммоль} \cdot \text{л}^{-1}$

Г — Максимальне значення лактату, будь-коли зареєстроване у спортсмена

**8. Здатність організму тривалий час підтримувати необхідний рівень інтенсивності навантаження називають:**

А — потужність

Б — економічність

В — стійкість

Г — рухливість

**9. Здатність організму швидко досягати необхідного рівня інтенсивності навантаження називають:**

А — потужність

Б — економічність

В — стійкість

Г — рухливість

**10. Ефективність регуляторної діяльності вегетативної нервової системи оцінюють за:**

А — співвідношенням тонуусу симпатичного і парасимпатичного відділів

Б — співвідношенням виділення  $\text{CO}_2$  і вживанням  $\text{O}_2$

В — співвідношенням різних параметрів фізичної роботи

Г — співвідношенням лактату і вживанням  $\text{O}_2$

**11. Під час оцінювання регуляторної діяльності вегетативної нервової системи оптимальний стан визначають за:**

А — атонією

Б — гіпертонічним станом

В — ваготонічним типом регуляції

Г — гіпертермією

**12. Динаміку якого показника реєструють під час аналізу регуляції серцевого ритму?**

А — артеріальний тиск систоли

Б — артеріальний тиск діастоли

В — ЧСС

Г — тривалість інтервалів RR на електрокардіограмі

**13. Співвідношення вентиляції легенів із кількістю спожитого організмом кисню називають:**

А — вентиляційний еквівалент за  $\text{O}_2$

Б — кисневий пульс

- В — киснева ємність крові
- Г — вентиляційний еквівалент за CO<sub>2</sub>

**14. Робота в якій зоні інтенсивності необхідна після виконання роботи з великими навантаженнями?**

- А — у зоні аеробного навантаження
- Б — у зоні аеробно-анаеробного переходу
- В — в зоні відновного навантаження
- Г — у зоні анаеробно-аеробного навантаження

**15. Співвідношення частоти серцевих скорочень з кількістю споживаного організмом кисню називають:**

- А — вентиляційний еквівалент за O<sub>2</sub>
- Б — вентиляційний еквівалент за CO<sub>2</sub>
- В — киснева ємність крові
- Г — кисневий пульс

**16. Здатність ЦНС тривалий час знаходитися в стані збудження характеризує:**

- А — рухливість нервових процесів
- Б — силу нервових процесів
- В — врівноваженість нервових процесів
- Г — час реакції

**17. Прихований період реакції на сигнал, що раптово з'явився, називають:**

- А — час реакції
- Б — латентний період реакції
- В — час реагування
- Г — час дії стимул-реакції

**18. Теппінг-тест дозволяє оцінити:**

- А — функціональний стан кардіореспіраторної системи
- Б — максимальне споживання кисню
- В — стійкість до гіпоксії
- Г — функціональний стан нервово-м'язового апарату

**19. Які зміни міокарда характерні для серця спортсменів у швидкісно-силових видах спорту?**

- А — гіпертрофія правого шлуночка
- Б — гіпертрофія лівого шлуночка
- В — гіпертрофія обох шлуночків
- Г — атрофія правого шлуночка

**20. Які зміни міокарда характерні для серця спортсменів у видах спорту, що вимагають прояву витривалості?**

- А — гіпертрофія правого шлуночка

- Б — гіпертрофія лівого шлуночка
- В — гіпертрофія обох шлуночків
- Г — атрофія правого шлуночка

**21. Під час аналізу векторної електрокардіограми вивчають:**

- А — площу і положення петель Р, QRS і Т
- Б — співвідношення зубців і інтервалів
- В — величину зубця Р
- Г — довжину інтервалу ST

**22. Які групи критеріїв знижених резервних можливостей серця ви знаєте?**

- А — фізіологічні, передпатологічні, патологічні
- Б — морфологічні, фізіологічні, морфофункціональні
- В — біохімічні, передпатологічні, патологічні
- Г — біомеханічні, патологічні, фізіологічні

**23. При навантаженнях якої інтенсивності, як правило, спостерігається накопичення найбільшої кількості лактату в крові спортсменів?**

- А — максимальної, коли домінує креатинфосфатний механізм
- Б — субмаксимальної, коли домінує анаеробний гліколіз
- В — великої, коли домінує аеробний механізм
- Г — помірної, коли домінує окиснення жирів

**24. Який рівень гематокриту свідчить про значне згущення крові спортсменів?**

- А — 30 %
- Б — 25 %
- В — більше 50 %
- Г — менше 10 %

**25. При якому стані організму спортсмена спостерігається зниження вмісту сечовини крові в стані спокою?**

- А — перезбудження
- Б — гіпертонії
- В — апатії
- Г — відновлення після навантажень

**26. Вміст гемоглобіну в крові дозволяє оцінити у спортсмена:**

- А — критичну потужність
- Б — кисневу ємність крові
- В — стан буферних систем крові
- Г — стан здоров'я

**27. Які з наведених інструментальних методів дозволяють оперативно і точно оцінити стан організму спортсмена безпосередньо під час тренування?**

- А — аналіз газового складу повітря, що видихається
- Б — радіотелеметрія, пульсометрія
- В — електроміографія
- Г — електрокардіографія

**28. Сучасні радіотелеметричні пульсометри з системами GPS-навігації дозволяють отримувати інформацію про:**

- А — динаміку ЧСС,  $\dot{V}O_2$ max і вентиляцію легенів спортсмена
- Б — динаміку ЧСС і артеріального тиску
- В — динаміку ЧСС, швидкість і маршрут руху спортсмена
- Г — динаміку ЧСС і параметрів техніки виконання вправи

**29. Економічність кардіореспіраторної системи можна визначати за показниками:**

- А — ЧСС у спокої і при стандартних тестах
- Б — відновлення ЧСС після максимальних тестів
- В — ЧСС в умовах змагання
- Г — за ЧСС економічність визначити не можна

**30. Здатність до роботи на витривалість виражена у людини, яка має:**

- А — тахікардію
- Б — брадикардію
- В — екстрасистолію
- Г — дистрофію

**31. Анаеробний поріг можна визначити за:**

- А — ЧСС
- Б — лактатом крові
- В — показниками газообміну
- Г — будь-яким з перелічених вище показників

**32. Скільки фаз розвитку скелета ви знаєте?**

- А — 2
- Б — 3
- В — 4
- Г — 5

**33. Який метод діагностики дозволяє виявити мінімальну (2—3 %) втрату кісткової маси у людини?**

- А — міографія
- Б — звукова денситометрія
- В — біохімічні маркери
- Г — рентгенографія

**34. Який критерій дозволяє оцінити стан кісткової тканини при використанні методу звукової денситометрії?**

- А — Q-критерій

- Б — А-критерій
- В — R-критерій
- Г — Т-критерій

**35. Втрата якого елемента в кістковій тканині призводить до розвитку остеопенії та остеопорозу?**

- А — калію
- Б — кальцію
- В — фосфору
- Г — натрію

**36. Використання якого принципу лежить в основі роботи приладу Тапїта для визначення складу тіла?**

- А — біоелектричний імпеданс
- Б — електроміографія
- В — плетизмографія
- Г — гідрометрія

**37. Яку кількість води в нормі містить тіло людини?**

- А — 20—50 %
- Б — 40—60 %
- В — 50—70 %
- Г — 70 % і більше

**38. Який із вказаних індексів свідчить про оптимальну масу тіла людини?**

- А — індекс Руф'є
- Б — індекс Піньє
- В — масо-зростовий індекс Кеттле
- Г — індекс Робінсона

**39. Збільшення якого компонента маси тіла є несприятливим для стану здоров'я і працездатності людини, особливо у віковому аспекті?**

- А — кісткового
- Б — жирового
- В — м'язового
- Г — вказані компоненти на здоров'я і працездатність не впливають

**40. Які апаратні комплекси призначені для оцінки функціональних можливостей кардіореспіраторної системи?**

- А — комплекс "Qualisys"
- Б — комплекс "Back-Chek"
- В — газоаналізатор "Oxycan Pro"
- Г — тредміл "Laufband"

**41. Яку апаратуру використовують для біохімічних досліджень крові?**

- А — "Cardio-Test"

- Б — LP-420 “Dr-Lange”
- В — “Optojamp”
- Г — “Tanita”

**42. Яку сучасну діагностичну апаратуру використовують для оцінки нервово-м'язового апарату?**

- А — “Діагност-1”
- Б — нейродіагностичну систему “VikingSelect”
- В — “Meta Max”
- Г — ергометр “Concept-II”

**43. Яку сучасну біохімічну діагностичну апаратуру використовують для оцінки гематологічного гомеостазу?**

- А — “Oxycan Pro”
- Б — Tanita
- В — LP-420 “Dr-Lange”
- Г — “Erma 210”

**44. Які сучасні спірометричні комплекси використовують для оцінки функціонального стану системи зовнішнього дихання?**

- А — комплекс “Qualisys”
- Б — комплекс “Back-Chek”
- В — газоаналізатор “Oxycan Pro”
- Г — тредміл “Laufband”

**45. Які показники аналізують під час проведення спірометрії в стані спокою?**

- А — вентиляційний коефіцієнт за киснем, у. о.
- Б — споживання кисню, л · хв<sup>-1</sup>
- В — силу дихальної мускулатури, швидкість видиху в л · в<sup>-1</sup>
- Г — дихальний коефіцієнт, у. о.

**46. Тренування на витривалість ведуть до поліпшення:**

- А — життєвої ємності легенів
- Б — сили дихальної мускулатури
- В — максимальної вентиляції легенів
- Г — об'єму дихання під час спокою

**47. Тренування швидко-силової спрямованості ведуть до поліпшення:**

- А — об'єму дихання під час спокою
- Б — максимальної вентиляції легенів
- В — життєвої ємності легенів
- Г — сили дихальної мускулатури

**48. Основні складові частини лабораторного контролю в спорті:**

- А — гормональні і гематологічні

- Б — імунологічні і біохімічні
- В — біохімічні та гематологічні
- Г — усі наведені вище варіанти

**49. За змінами вмісту рівня глюкози в крові судять про:**

А — швидкість аеробного окиснення та інтенсивність мобілізації глікогену печінки

- Б — інтенсивність процесу травлення
- В — швидкість утворення гемоглобіну
- Г — функціональний стан щитоподібної залози

**50. Зниження вмісту кальцію у сироватці крові може відобразити:**

- А — покращання тренуваності
- Б — погіршення щільності кісткової тканини
- В — порушення з боку функції яєчників
- Г — погіршення тренуваності

**51. Зниження вмісту лактату в крові спортсмена під час виконання стандартної роботи на різних етапах тренувального процесу свідчить про:**

- А — погіршення імунного захисту організму
- Б — покращання тренуваності
- В — зростання швидкості транспорту кисню
- Г — погіршення тренуваності

**52. Основні складові гематологічного гомеостазу:**

- А — гормони та ферменти
- Б — параметри газообміну та швидкості кровообігу
- В — клітини крові та плазма
- Г — усі наведені вище варіанти

**53. Вміст еритроцитів у крові спортсменів у нормі становить:**

- А —  $3,0—5,0 \cdot 10^{12} \cdot \text{л}^{-1}$
- Б —  $3,86—5,53 \cdot 10^{12} \cdot \text{л}^{-1}$
- В —  $6,6—8,4 \cdot 10^{12} \cdot \text{л}^{-1}$
- Г —  $3,8—5,4 \cdot 10^{12} \cdot \text{л}^{-1}$

**54. Гематокрит відображає:**

- А — кількісне відсоткове співвідношення еритроцитів і плазми крові
- Б — кількісне відсоткове співвідношення еритроцитів і лейкоцитів крові
- В — кількісне відсоткове співвідношення тромбоцитів і плазми крові
- Г — кількісне відсоткове співвідношення лейкоцитів і плазми крові

**55. Зменшення вмісту лейкоцитів вказує на:**

- А — зростання кисневої заборгованості
- Б — виникнення анемії
- В — на зниження імунного захисту
- Г — зміни порога ПАНО



**56. Зростання вмісту білірубину в крові вказує на:**

- А — порушення з боку стану щитоподібної залози
- Б — порушення з боку стану печінки
- В — покращання адаптаційних можливостей
- Г — наявність неускладненої вірусної інфекції

**57. Показник середнього об'єму еритроцитів належить до:**

- А — мікробіологічних параметрів
- Б — гематологічних параметрів
- В — біохімічних параметрів
- Г — гормональних параметрів

**58. Зростання вмісту тромбоцитів понад норму вказує на:**

- А — зростання тренуваності
- Б — погіршення транспорту кисню
- В — погіршення текучості крові
- Г — покращання адаптаційних можливостей

**59. Вміст гемоглобіну може знижуватися внаслідок:**

- А — нестачі заліза у раціоні
- Б — поганого засвоєння заліза
- В — порушення функції серця
- Г — розвитку остеопорозу

**60. Які об'єкти найбільш широко використовуються для біохімічних досліджень під час занять спортом?**

- А — кров
- Б — сеча
- В — слина і піт
- Г — м'язова тканина

**61. Зменшення вмісту загального білка у крові свідчить про:**

- А — стан відновлювальних процесів
- Б — стан стомлення
- В — зміну ефективності аеробних механізмів

**62. Під впливом короткочасних інтенсивних фізичних навантажень вміст глюкози у крові:**

- А — зростає
- Б — лишається без змін
- В — зменшується

**63. Які вуглеводи вичерпуються першими під час м'язової діяльності?**

- А — глікоген печінки
- Б — глюкоза крові
- В — глікоген м'язів

**64. Який вміст глюкози у крові називають гіперглікемією?**

- А — 3,0 ммоль · л<sup>-1</sup>
- Б — 5,5 ммоль · л<sup>-1</sup>
- В — більше 6,0 ммоль · л<sup>-1</sup>

**65. За навантажень якої інтенсивності накопичується максимальна кількість лактату у крові?**

- А — максимальної
- Б — субмаксимальної
- В — великої
- Г — помірної

**66. Яких максимальних значень може досягати вміст лактату у крові?**

- А — 20 ммоль · л<sup>-1</sup>
- Б — 28 ммоль · л<sup>-1</sup>
- В — 35 ммоль · л<sup>-1</sup>

**67. Під впливом стандартних немаксимальних навантажень вміст лактату в крові тренуваних осіб порівняно з нетренованими:**

- А — підвищується
- Б — зменшується
- В — не змінюється

**68. Продуктом якого обміну є лактат крові?**

- А — білкового
- Б — ліпідного
- В — вуглеводного

**69. Вміст сечовини у крові характеризує процеси:**

- А — впрацьовування
- Б — стійкого стану
- В — відновлення

**70. Яка норма вмісту сечовини у спортсменів (чоловіків) в стані стандартного спокою?**

- А — 3,0—4,0 ммоль · л<sup>-1</sup>
- Б — 4,0—5,0 ммоль · л<sup>-1</sup>
- В — 5,0—6,5 ммоль · л<sup>-1</sup>

**71. При значному переважанні катаболічних процесів над анаболічними вміст сечовини у крові:**

- А — зменшується
- Б — збільшується
- В — не змінюється

**72. Гіпоглікемія — це вміст глюкози у крові в межах:**

- А — 2,0—3,0 ммоль · л<sup>-1</sup>
- Б — 3,0—4,0 ммоль · л<sup>-1</sup>

В — 4,0—5,5 ммоль · л<sup>-1</sup>

**73. Який нормальний вміст гемоглобіну у крові чоловіків?**

А — 110—120 г · л<sup>-1</sup>

Б — 120—130 г · л<sup>-1</sup>

В — 130—160 г · л<sup>-1</sup>

**74. Яку функцію виконує гемоглобін крові?**

А — захисну

Б — структурну

В — киснево-транспортну

**75. Величина гематокриту характеризує:**

А — стан відновлення

Б — в'язкість крові

В — стан стомлення

**76. Які показники гематокриту в крові чоловіків свідчать про згущення крові?**

А — 30—40 %

Б — 40—50 %

В — >50 %

**77. Утворення молочної кислоти відбувається в результаті:**

А — креатинфосфокіназної реакції

Б — міокіназної реакції

В — анаеробного гліколізу і глікогенолізу

Г — аеробного окиснення

**78. Сутність і призначення психофізіологічного відбору — це:**

А — заповнення спеціальних карт, де відмічають результати медичного контролю і фізичних якостей

Б — оцінювання змін функціонального стану під впливом розумової і фізичної роботи

В — значення здатностей і якостей, які відповідають вимогам певних видів діяльності

Г — визначення темпераменту, що полегшує пристосування до виробничої діяльності

**79. Основні шляхи і методи профілактики стану перенапруження і перевтоми:**

А — використання засобів психотерапії, фізіотерапії, фармакотерапії в комплексі з іншими заходами

Б — застосування стимулюючих препаратів, які підтримують високий рівень працездатності навіть у стані перевтоми

В — зміна на короткий час темпу роботи, а в разі необхідності підвищення працездатності — виконання вправи розслаблюючого характеру

Г — якщо виник стан перенапруження, необхідно прийняти БАД і розпочати м'язову релаксацію

**80. Значення реактивності у пристосувальних реакціях організму:**

А — реактивність змінює стан організму, що, у свою чергу, забезпечує його пристосування

Б — зміни збудливості нервових процесів забезпечують плавні переходи організму з одного стану в інший

В — реактивність формує душевний стан людини і таким чином впливає на ставлення до збудливих факторів і допомагає їх подоланню

Г — реактивність забезпечує адекватність реагування організму на різні подразники і характеризує його стан

**81. Перевтома — це:**

А — підвищений стан психоемоційного напруження

Б — велике навантаження на аналізаторні системи, що сприяє зниженню їхньої чутливості й емоційній нестабільності стану

В — знижений опір організму під час функціонального навантаження різного походження

Г — комплекс функціональних змін в організмі, які виявляються у зовнішніх негативних реакціях, головному болю, невротичних зривах тощо

**82. Значення типів вищої нервової діяльності для психофізіології полягає:**

А — в оцінюванні швидкості виникнення, протікання і зникнення нервових процесів

Б — у визначенні і прогнозуванні функціонального стану організму при різній діяльності і впливу на нього різних збуджуючих факторів середовища

В — у визначенні характеристики індивідуальних особливостей людини протягом усього життя

Г — в оцінюванні здатності витримувати тривалі і концентровані збудження

**83. Для оцінки функціонального стану нервово-м'язової системи спортсменів застосовують такі методики:**

А — вимірювання ЧСС та артеріального тиску

Б — визначення швидкості проведення нервового імпульсу

В — звукову денситометрію

Г — визначення типу вегетативної регуляції

**84. Зниження швидкості проведення нервового імпульсу по моторних волокнах нервів кінцівок свідчить про:**

А — ішемію або компресію волокон нерва

Б — гіпертонічний стан

В — низьку стійкість до гіпоксії

Г — низький вміст кальцію у кістковій тканині

**85. Величина максимальної амплітуди Н-рефлексу в нормі:**

А — не більше 1 мВ

Б — від 10 до 25 мВ

В — від 3 до 12 мВ

Г — не менше 10 мВ

**86. Менш виразне пригнічення Н-рефлексу та більш швидке відновлення його до вихідних величин після виконання стандартного фізичного навантаження свідчить про:**

А — менший латентний період рухової реакції

Б — кращий вегетативний баланс

В — схильність до брадикардії

Г — кращий рівень тренуваності спортсмена

**87. Що можна оцінити за допомогою амплітудних характеристик електроміограми та параметрів кореляційного та спектрального аналізу?**

А — величину Н-рефлексу

Б — між'язову координацію

В — артеріальний тиск

Г — вміст лактату у крові

**Відповіді на тестові запитання**

1	Б	19	А	37	В	55	В	73	В
2	В	20	Б	38	В	56	Б	74	В
3	В	21	А	39	Б	57	Б	75	Б
4	Г	22	А	40	В	58	В	76	В
5	А	23	Б	41	Б	59	А	77	В
6	В	24	В	42	Б	60	А	78	Б
7	А	25	Г	43	Г	61	А	79	А
8	В	26	Б	44	В	62	В	80	Г
9	Г	27	Б	45	В	63	Б	81	В
10	А	28	В	46	В	64	В	82	Б
11	В	29	А	47	Г	65	Б	83	Б
12	Г	30	Б	48	Г	66	Б	84	А
13	А	31	Г	49	А	67	Б	85	Б
14	В	32	Б	50	Б	68	В	86	Г
15	Г	33	Б	51	Б	69	В	87	А
16	Б	34	Г	52	В	70	А		
17	Б	35	Б	53	Б	71	А		
18	Г	36	А	54	В	72	А		

## **ПРО АВТОРІВ**

**ШИНКАРУК О. А.** — кандидат педагогічних наук, доцент, директор Науково-дослідного інституту Національного університету фізичного виховання і спорту України.

**ЛИСЕНКО О. М.** — кандидат біологічних наук, завідувач лабораторії теорії і методики спортивної підготовки та резервних можливостей спортсменів Науково-дослідного інституту Національного університету фізичного виховання і спорту України.

**ГУНІНА Л. М.** — кандидат біологічних наук, завідувач лабораторії стимуляції та підвищення працездатності в спорті вищих досягнень Науково-дослідного інституту Національного університету фізичного виховання і спорту України.

**КАРЛЕНКО В. П.** — кандидат педагогічних наук, професор кафедри олімпійського та професійного спорту, легкої атлетики, велосипедного та зимових видів спорту Національного університету фізичного виховання і спорту України.

**ЗЕМЦОВА І. І.** — кандидат біологічних наук, професор кафедри біології людини Національного університету фізичного виховання і спорту України.

**ОЛІШЕВСЬКИЙ С. В.** — кандидат біологічних наук, старший науковий співробітник лабораторії стимуляції та підвищення працездатності в спорті вищих досягнень Науково-дослідного інституту Національного університету фізичного виховання і спорту України.

**ТАЙБОЛІНА Л. О.** — старший науковий співробітник лабораторії теорії і методики спортивної підготовки та резервних можливостей спортсменів Науково-дослідного інституту Національного університету фізичного виховання і спорту України.

**САМУЙЛЕНКО В. Є.** — науковий співробітник лабораторії теорії і методики спортивної підготовки та резервних можливостей спортсменів Науково-дослідного інституту Національного університету фізичного виховання і спорту України.

**КРОПТА Р. В.** — кандидат наук з фізичного виховання і спорту, науковий співробітник лабораторії теорії і методики спортивної підготовки та резервних можливостей спортсменів Науково-дослідного інституту Національного університету фізичного виховання і спорту України.

**ОЧЕРЕТЬКО Б. Є.** — кандидат наук з фізичного виховання і спорту, науковий співробітник лабораторії теорії і методики спортивної підготовки та резервних можливостей спортсменів Науково-дослідного інституту Національного університету фізичного виховання і спорту України.

**ГАТЦЛОВА Г. Д.** — кандидат біологічних наук, науковий співробітник лабораторії теорії і методики спортивної підготовки та резервних можливостей спортсменів Науково-дослідного інституту Національного університету фізичного виховання і спорту України.

**КОЛОСОВА О. В.** — молодший науковий співробітник лабораторії теорії і методики спортивної підготовки та резервних можливостей спортсменів Науково-дослідного інституту Національного університету фізичного виховання і спорту України.

**ВИСОЧІНА Н. Л.** — молодший науковий співробітник лабораторії теорії і методики спортивної підготовки та резервних можливостей спортсменів Науково-дослідного інституту Національного університету фізичного виховання і спорту України.

**ФОКІНА Н. В.** — провідний спеціаліст Мінсім'ямолодьспорту.

Навчальне видання

МЕДИКО-БІОЛОГІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ  
ЗБІРНИХ КОМАНД УКРАЇНИ  
З ОЛІМПІЙСЬКИХ ВИДІВ СПОРТУ

За загальною редакцією О. А. Шинкарук

Редагування — *Надія ОТРОХ*  
Комп'ютерне верстання — *Алла КОРКІШКО*

Підп. до друку 27.11.2009. Формат 60 × 84/16. Папір офсет. № 1.  
Гарнітура Pragmatica. Друк офсет. Ум.-друк. арк. 8,37.  
Тираж 500 пр. Зам. №

Видавництво Національного університету фізичного виховання і спорту України  
“Олімпійська література”  
03680, Київ, вул. Фізкультури, 1

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2078 від 27.01.2005

Приватна фірма “Хімджест”  
03150, Київ, вул. Горького, 112, кв. 40

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1376 від 28.05.2003