

## **4.10. Сучасні інструментальні методи дослідження фізичної і функціональної підготовленості**

Однією з важливих проблем є діагностика тренуваності спортсменів і методи її визначення. У тренувальному процесі здійснюється комплексний аналіз фізіологічної, педагогічної та психологічної інформації про стан спортсмена. Методи функціональної діагностики є основними критеріями визначення рівня підготовленості спортсменів. За їх допомогою оцінюється фізичний стан, визначається фізична працездатність, аеробна й анаеробна продуктивність атлетів тощо.

Фізичний та функціональний стан характеризується реакцією внутрішніх систем організму спортсменів на стандартне навантаження. За результатами цієї реакції можна судити про ступінь їх готовності до виконання змагальних навантажень.

Фізичний та функціональний стан спортсменів визначається такими важливими компонентами, як аеробна й анаеробна лактатна й алактатна продуктивність.

Аеробна продуктивність оцінюється за такими компонентами: максимальне споживання кисню ( $VO_{2max}$ ), відносне максимальне споживання кисню ( $VO_{2відн}$ ), поріг анаеробного обміну (ПАО), концентрація еритроцитів і гемоглобіну крові.

Рівень аеробної та анаеробної лактатної продуктивності, або іншими словами функціональної підготовленості, визначається фізіологічними й педагогічними методами.

### **4.10.1 Визначення функціональної підготовленості спортсменів за допомогою інструментальних методик**

В умовах медико-біологічного моніторингу за функціональним станом спортсменів в 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.4.35)

Комплекс тестових навантажень на ергометрах, що імітують біг (тредміл LE-200CE), веслування (Concept-II, Paddlelite), їзду на велосипеді (Monark, Technogym), з безперервним аналізом реакції серцево-судинної і дихальної систем з використанням автоматизованого ергоспірометричного комплексу "Охусон Про" ("Viasys"- "Jager", Німеччина) дає можливість визначити: рівень максимальної аеробної і анаеробної потужності, загальної фізичної працездатності, оцінити ефективність і стійкість функціонування кардіореспіраторної системи в умовах фізичних навантажень різного характеру енергозабезпечення. Плануючи режим роботи при дослідженні можливостей анаеробних і аеробного процесів, виходять з необхідності призначення роботи такої тривалості та інтенсивності, яка забезпечила б граничну активізацію відповідних процесів енергозабезпечення фізичного навантаження.

**Таблиця 4.35 — Методи оцінки фізичної працездатності і функціонального стану організму спортсменів з використанням інструментальних методів досліджень**

Діагностична апаратура	Показники, що реєструються	Тривалість обстежень
1	2	3
Газоаналіз, спірометрія, ергометрія на біговому тредмілі, (визначення можливостей серцево-судинної і дихальної систем, особливостей функціональної підготовленості організму)		
«Oxicon Pro», «Meta Max»-стаціонарний газоаналізатор+ програмне забезпечення, VIASYS Healthcare, США-Німеччина. Тредміл LE 200C – ергометрія, хронометрія, пульсометрія, корпорація VIASYS Healthcare, США-Німеччина. Тредміл «Laufband» для зимових видів спорту, Німеччина. Ергометр «BIOMETER» ізокінетичний тренажерний пристрій, Albrecht Fahnenmann, Фінляндія. Ергометр «Concept-II» - тренажерний пристрій для академічного веслування, США	<i>швидкість та обсяг виконаної роботи, <math>W_{max}</math>, <math>W_{ПЛАН}</math>, <math>W_{кр}</math>, <math>W_{max-2-хв}</math> <math>W_{max-4-хв}</math> тощо. Аналізується комплекс фізіологічних показників, які характеризують фактори функціональних можливостей організму – аеробна та анаеробна потужність (<math>V_{Emax}</math>, <math>VO_{2max}</math>, <math>VCO_{2max}</math>, <math>O_2</math>-пульс<math>_{max}</math> <math>VCO_2/VO_2</math>, <math>HLa</math>, <math>\Delta HLa</math>, <math>W/HLa</math>, <math>ЧСС_{max}</math>, <math>\Phi Д-ЧСС</math>, <math>W_{max}</math>, <math>W_{кр}</math>), економічність (<math>КЕ-ЧСС</math>, <math>ЧСС-віднов</math>, швидкість відновлення, <math>Ватт-пульс</math>, <math>КФУ-VO_2</math>-станд, <math>КФУ-EQO_2</math>-станд, <math>HLa</math>-станд., <math>W_{ПЛАН}</math>, <math>VO_2</math>-<math>ПЛАН</math>, <math>VO_2</math>-<math>ПЛАН</math> % от <math>VO_{2max}</math>, <math>EQCO_2</math> та інш.), стійкість (<math>КФУ-ЧСС</math>, <math>КФУ-V_E</math>-кр, <math>КФУ-VO_2</math>-кр, <math>HLa_{max}</math>, <math>W/HLa</math>, <math>OKH</math>), рухливість (<math>T_{50} VO_2</math>, <math>T_{50} VE</math>, <math>T_{50} ЧСС</math>, <math>\Delta HLa</math>, <math>ШЗ- VO_2</math>) та реалізація загального аеробного потенціалу та за умов навантажень певного енергозабезпечення</i>	60-90 хв.
Спірометрія (визначення функціонального стану легень)		
«Oxicon Pro» стаціонарний газоаналізатор+ програмне забезпечення, VIASYS Healthcare, США-Німеччина	<i>життєва ємкість легенів (<math>ЖЄЛ</math>, л), (<math>F/V_{ex}</math>) на вдиху (<math>VC IN</math>) і на видиху (<math>VC EX</math>), силу дихальної мускулатури при форсованому видиху в літрах на секунду (<math>Flow</math>, <math>PEF</math>), здібність до максимальної легеневої вентиляції в літрах на хвилину (<math>MVV</math>)</i>	15 хв.
Метод радіо телеметричної пульсометрії та GPS-навігації		
POLAR – 810i, «Forerunner» - монітори серцевого ритму (портативні пульсометри) Фінляндія	<i>показники частоти серцевих скорочень з різною дискретністю, % від максимальної частоти серцевих скорочень, показники варіаційної пульсометрії, швидкість та пройдена відстань з різною дискретністю, місце знаходження за системою координат, висота над рівнем моря, кутова швидкість (змiна висоти за час), зони інтенсивності за <math>ЧСС</math>, за швидкістю тощо</i>	

При дослідженні потужності анаеробного алактатного (креатин фосфатного) 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 секунд (старт з місця). Сумарний об'єм роботи, виконаний протягом такого часу, дозволяє повністю досягти граничного рівня прояву анаеробних креатинфосфатних можливостей, а здібність до підтримки працездатності в кінці навантаження в значній мірі відображає ємність анаеробного креатинфосфатного процесу.

Аналогічним чином поступають і при оцінці потужності анаеробного лактатного (гліколітичного) процесу. Тривалість навантаження, що виконується з максимальною інтенсивністю, в цьому випадку збільшується до 45-90 с. Крім сумарного об'єму роботи, для оцінки потужності анаеробного процесу реєструються максимальний кисневий борг і його лактатна і алактатная фракції, концентрація лактату, зрушення кислотно-основного стану крові.

Забір крові для подальшого визначення максимальної концентрації лактату (НLa) та інших показників, що свідчать про потужність анаеробного лактатного процесу, доцільно здійснювати на 3 і 7-й хвилині відновлення з подальшим розрахунком показника  $\Delta$ НLa - різниці концентрації лактату в крові на 3 і 7 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 величину потужності навантаження (виконаної роботи) яка доводиться 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, при визначенні 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 ступінчато-зростаючою потужністю роботи без інтервалів відпочинку між ступенями при постійній швидкості руху ( $8 \text{ км} \cdot \text{час}^{-1}$ ) і поступовим збільшенням кута нахилу стрічки тредмілу (через кожні 2 хвилини) — проводиться до моменту вольової втоми (довільної відмови спортсмена від продовження роботи) або до неможливості підтримки заданої швидкості руху в межах  $\pm 5\%$ . Тест, орієнтований на визначення максимальної аеробної потужності ( $\text{VO}_{2\text{max}}$ ), аеробної ефективності («анаеробний поріг») і рівня загальної фізичної працездатності спортсменів ( $W_{\text{max}}$ ,  $\text{Вт}$ ,  $\text{Вт} \cdot \text{кг}^{-1}$ ), 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 ступінчасто-зростаючої потужності. “Критична” потужність навантаження ( $W_{кр}$ , Вт,  $Вт \cdot кг^{-1}$ ) визначається як та найменша потужність навантаження, при якому вперше досягається біля максимального рівень споживання  $O_2$ . Робота на рівні “критичної” потужності продовжується до відмови спортсмена від підтримки навантаження на заданому рівні потужності. Такий вид тестового навантаження призначений для визначення максимальної аеробної ємності - часу утримання  $W_{кр}$  ( $T-W_{кр}$ , хв.);
  - «стандартна» робота — навантаження середньої аеробної потужності тривалістю 12 хвилин з постійною потужністю роботи 2 Вати на кілограм маси тіла і постійною швидкістю руху (8 км в годину) використовувався для визначення економічності і стійкості, швидкості розгортання реакцій кардіо-респіраторної 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 в передзмагальному і на початку підготовчого періодів, 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» (академічне веслування), «Paddlelite» (веслування на байдарках і каное) і «Biometer» (плавання), «Monark» (велосипедний спорт). Тривалість тесту залежить від тривалості дистанції, змагання, граничного часу її подолання.

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 в даних умовах максимальних тестів. Дистанції 500м відповідає робота 1 хв 45с, а дистанції 1000м – 3 хв 45с.

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

Реакцію системи дихання на фізичне навантаження оцінюють за допомогою швидкодіючого автоматичного газоаналізатора типу “Oxycan Pro” (Jeager, Німеччина). Безперервна комп'ютерна обробка даних в реальному масштабі часу дозволяють отримувати та використовувати для подальшого аналізу значення фізіологічних показників з інтервалом в 10 с. Реєструють: легеневу вентиляцію ( $VE$ , л·хв<sup>-1</sup>), відсотковий  $O_2$  і  $CO_2$  в

повітрі видоходу, частоту дихання, споживання  $O_2$  ( $VO_2$ ,  $мл \cdot хв^{-1}$ ), виділення  $CO_2$ , дихальний коефіцієнт, вентиляційні еквіваленти по  $O_2$  і по  $CO_2$ , кисневий пульс, основні параметри навантаження – потужність ( $W$ ,  $Вт$ ), швидкість пересування тощо. Вимірювання частоти серцевих скорочень ( $ЧСС$ ,  $уд \cdot хв^{-1}$ ) проводиться за допомогою "Sport Tester Polar". На 3-й та 7-й хвилині відновного періоду виконується забір крові для визначення концентрації лактату в крові (біохімічний аналізатор - Dr. Lange-400).

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 надати інтегральну оцінку аеробних можливостей, і локальні (наприклад, кількість ПС- і ШС-волокон, артеріовенозна різниця за киснем, об'єм мітохондріальної маси тощо), за допомогою яких оцінюють окремі можливості системи зовнішнього дихання, крові, кровообігу, м'язового апарату і оцінка можливостей системи транспорту кисню. При цьому дуже важливо зіставляти одержані величини окремих показників з рівнем загальної і спеціальної працездатності спортсменів, що дозволяє оцінити економічність функціонування організму спортсмена і ефективність виконання як тестових фізичних навантажень в умовах лабораторії, так і педагогічних тестів в природних умовах тренувального процесу.

В процесі тестування визначають наступні показники:

**Максимальне споживання кисню ( $VO_{2max}$ )** — 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 вище частка аеробного енергозабезпечення при виконанні стандартної роботи і нижче відносна потужність анаеробного процесу, виражена у відсотках від максимального рівня. У дорослих нетренованих чоловіків максимальні показники споживання кисню ( $VO_{2max}$ ) звичайно коливаються в межах  $40-50 л \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$ , у жінок -  $32-40 л \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$ . Спортсмени високого класу відрізняються виключно високими величинами  $VO_{2max}$ : абсолютні значення у чоловіків можуть досягати  $6-7 л \cdot хв^{-1}$ , відносні -  $85-95 л \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$ , у жінок відповідно  $4-4,5 л \cdot хв^{-1}$  і  $65-72 л \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$ .

**Максимальна легенева вентиляція ( $VE$ ,  $л \cdot хв^{-1}$ )** використовується для оцінки потужності системи зовнішнього дихання. Граничні показники реєструються в умовах довільної вентиляції і звичайно складають у нетренованих чоловіків  $110-120 л \cdot хв^{-1}$ , у жінок -  $90-100 л \cdot хв^{-1}$ . У спортсменів високого класу реєструються виключно 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 хвилин працювати на рівні 70% від  $VO_{2max}$  ( $VO_{2max}$  3,2 л•хв<sup>-1</sup>). Добре треновані спортсмени, які спеціалізуються у видах спорту, що вимагають прояву витривалості, здатні працювати на рівні 70% від  $VO_{2max}$  протягом двох годин, а спортсмени високого класу, що спеціалізуються в стаєрських дисциплінах циклічних видів спорту, здатні працювати на рівні 70%  $VO_{2max}$  навіть протягом 3-4 годин. Спортсмени світового класу, які спеціалізуються у видах спорту, що вимагають високих аеробних можливостей, здатні протягом 10 хвилин працювати на рівні 100%  $VO_{2max}$ , при 95% - понад 30 хвилин, при 85% - понад 60 хвилин, при 80% - протягом 2 годин і більше. При цьому важливо відзначити, що тривала робота на рівні 90-95% від  $VO_{2max}$  не супроводжується істотним накопиченням лактату.

**Час утримання максимальних** для даної роботи **величин легеневої вентиляції (VE)** також використовується для оцінки ємності аеробного процесу. Легеневу вентиляцію на рівні 80% від максимальної спортсмени високої кваліфікації здатні підтримувати протягом 10—15 хв., а видатні стаєри — до 30—40 хв. і більш, 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 (T<sub>50</sub>) для ЧСС, VE  $VO_2$ ; швидкість збільшення  $VO_2$  за перші 30 секунд виконання роботи). У нетренованих максимальні для даної роботи величини споживання кисню реєструються звичайно через 2-3 хвилини 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 вже 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 ммоль•л<sup>-1</sup>) у відсотках по відношенню до рівня  $VO_{2max}$ . У нетренованих осіб поріг анаеробного обміну знаходиться приблизно на рівні 50-55%  $VO_{2max}$ . У спортсменів високого класу (наприклад, бігунів-стаєрів, велосипедистів-шосейників) може досягати 75%  $VO_{2max}$ , а у окремих видатних спортсменів 85—90%  $VO_{2max}$ .

**Тривалість роботи на рівні ПАНО** слугує інформативним показником оцінки ємності аеробного процесу. Нетреновані спортсмени 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 годин.

**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. В стані спокою серцевий викид звичайно складає  $4,5-5,5 л \cdot хв^{-1}$ , у тренуваних осіб трохи (на 5-10 %) менше, ніж у нетренованих. При граничних фізичних навантаженнях серцевий викид зростає у декілька разів: у нетренованих - в 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, складає  $60-70$  мл, у тренуваних —  $80-90$  мл, у спортсменів високої кваліфікації —  $100-110$  мл. При виконанні максимальної роботи систолічний об'єм збільшується у нетренованих осіб до  $120-130$  мл, у тренуваних — до  $150-160$  мл, у видатних спортсменів — до  $200-220$  мл.

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

**Об'єм серця (мл)** у нетренованих чоловіків складає  $11,2$  мл на  $1$  кг 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 більш (зареєстровані випадки, коли серце видатних спортсменів досягало  $1300-1400$  і навіть  $1500-1700$  мл, а у жінок —  $1200$  мл).

**Частота серцевих скорочень (ЧСС,  $мл \cdot кг^{-1}$ )**. В 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, що не займаються спортом, ЧСС у спокої складає 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 тренуваних спортсменів зареєстровані нижчі величини ЧСС в порівнянні з нетренованими особами, а при граничних навантаженнях ЧСС у тих, хто не займається спортом, звичайно не перевищує  $175-190$   $уд \cdot хв^{-1}$ , тоді як у бігунів-стайєрів, велосипедистів-шосейників, лижників максимальні показники ЧСС можуть досягати  $210-230$  і навіть  $250$   $уд \cdot хв^{-1}$  і більш.

Здатність серця до напруженої роботи протягом тривалого часу багато

в чому відображає ємність аеробного процесу. Спортсмени, які відрізняються особливо високим рівнем адаптації серця, здатні протягом 2—3 годин працювати при ЧСС 180—200 уд·хв<sup>-1</sup>, систолічному викиді 170—200 мл, серцевому викиді 35—42 л, тобто підтримувати біля граничні (90-95% від 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 і економічності енергетичних процесів. Наприклад, збільшення швидкості пересування при одному і тому ж рівні споживання кисню є наочним підтвердженням підвищення економічності роботи. Збільшення швидкості спортсмена при виконанні 30-хвилинного бігового навантаження в результаті тренування аеробної спрямованості було забезпечено не збільшенням споживання кисню або залученням в енергозабезпечення анаеробних процесів енергозабезпечення, а виключно економізує роботи, тобто при одному і тому ж рівні споживання кисню (90% від  $VO_{2max}$  — 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 по кількості кисню, витраченого на одиницю потужності навантаження (мл  $O_2$ ·Вт<sup>-1</sup>). У спортсменів високого класу киснева вартість роботи на 40-60% вище, ніж у осіб, які не займаються спортом.

Про підвищення ефективності легеневої вентиляції прийнято судити по **вентиляційному еквіваленту для  $O_2$** , тобто за об'ємом легеневої вентиляції, який доводиться на один літр спожитого кисню ( $VE/VO_2$ ,  $E_{QO_2}$ ) 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 в порівнянні з нетренованими особами. Так, у спортсменів високого класу ефективність утилізації кисню вище (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 складає 2,6 мл  $O_2$ /л  $O_2$ , тоді як у мало тренуваних спортсменів — 4,8-5 мл  $O_2$ /л  $O_2$ .

**Пульсова вартість роботи (ЧСС, уд·хв<sup>-1</sup>)** характеризується загальною кількістю серцевих скорочень при виконанні стандартної по



потужності і тривалості 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.

По закінченню тестування спортсменів з використання фізичних навантажень та аналізу реакції кардіореспіраторної системи за цих умов проводиться комп'ютерний розрахунок комплексу показників, який в значній мірі відображав властивості функціональних можливостей організму. Для аналізу виділені наступні узагальнені фізіологічні властивості (фактори), що визначають рівень і структуру функціональної підготовленості спортсмена.

1. **«Потужність» (функціональна і енергетична)** – рівень максимального споживання  $O_2$  ( $VO_{2max}$ ), що відображає спроможність до досягнення рівня масопереносу респіраторних газів і м'язового метаболізму, яке забезпечує хоча б короткочасне досягнення найбільш високих значень споживання  $O_2$ .

2. **«Стійкість»** - спроможність 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;

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

4. Комплексу фізіологічних процесів, що забезпечують **«економічність»** роботи, її функціональну ціну і економічність кисневого режиму організму в цілому;

5. Ступінь біомеханічних обмежень, а також модифікації кардіореспіраторної системи і метаболізму в різних видах фізичної роботи, що пов'язані з позою роботи, умовами для дихання, силовими і частотними компонентами циклічних робочих рухів і другими факторами, які можуть впливати на ступінь **«реалізації функціонального потенціалу»** організму в конкретних умовах роботи максимальної інтенсивності.

В багатьох вищих навчальних закладах проводяться дослідження функціонального стану спортсменів з використанням велоергометра, електрокардіографа, комп'ютера, електронного секундоміра.

Обстежуваний виконує безперервне східчасто-підвищувальне навантаження. Тривалість кожного ступеня від 2 до 5 хв. Темп педалювання 60-70 Вт за 1 хв. Спортсмени починають роботу з вихідною потужністю 50 Вт, потім 100 Вт, 150 Вт і т.ін.

Приклад інструментального фізіологічного тестування з визначенням функціональної підготовленості спортсменів наведено на рис 4.44.

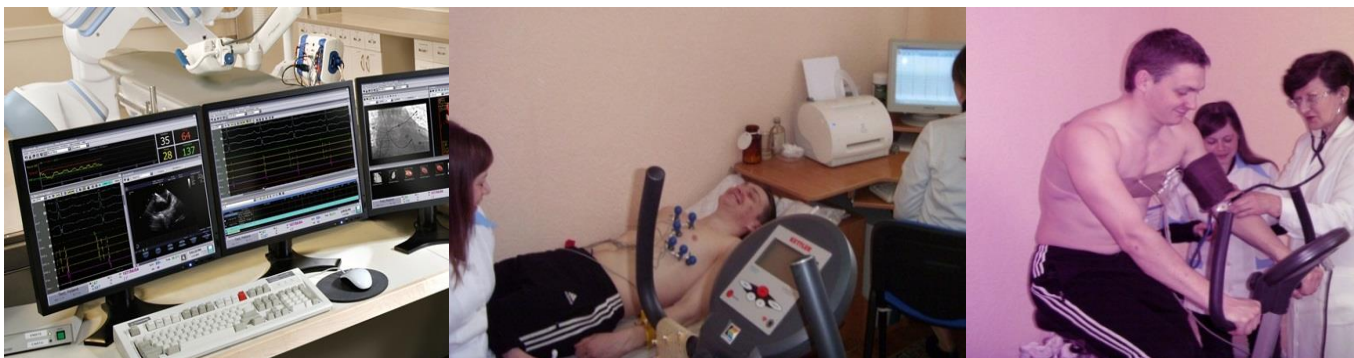


Рисунок 4.44 — Тестування функціональної підготовленості спортсменів з використанням системи «Cardiolab»

#### 4.10.2 Методи пульсометрії

Пульсометрія – найважливіший метод контролю за тренувальними навантаженнями, їх аналізу, визначення величини тренувальних ефектів, управління процесами оперативного відновлення спортивної працездатності спортсменів тощо. Величина ЧСС перебуває в прямій залежності від виконаної роботи спортсменів як у процесі тренувальних занять, так і під час змагань.

Метод пульсометрії в спортивному тренуванні почав використовуватися ще в 1949 р. (Раскін, Фарфель, 1949). ЧСС вимірювалася або в стані спокою, або відразу після навантаження. На початку 60-х років у спортивну практику почала впроваджуватися радіометрична техніка, що дало можливість вимірювати ЧСС у ході тренувальних занять і змагань (Розенблат зі співавт., 1962). Надалі, незважаючи на впровадження в практику спорту нових досягнень науки і техніки, вимірювання ЧСС залишилося одним з найпростіших, але в той же час досить інформативних методів контролю, застосовуваним під час тренування спортсменів різної кваліфікації.

Метод пульсометрії використовується для вимірювання ЧСС у стані спокою, під час виконання навантаження та у відновлювальному періоді.

Як критерій оцінки інтенсивності на навантаження найчастіше використовують частоту серцевих скорочень (ЧСС). Між ЧСС і інтенсивністю існує чітка лінійна залежність.

Виділяють кілька методів підрахування ЧСС.

Місце підрахунку ЧСС – на зап'ястку (зап'ясткова артерія), шиї (сонна артерія), скроні (скронева артерія), на лівій стороні грудної клітки.

1. Метод 15 ударів – секундомір включають безпосередньо під час удару серця. Відраховують 15 ударів і на 15-му вимикають секундомір.

$15 : \text{час підрахунку} = \text{кількість ударів за секунду}$

$15 : 20,3\text{с} \cdot 60 = 44 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}.$

2. Метод 15 секунд – більш легкий, але не такий точний. Відраховують удари за 15 с і множать на чотири:

$$4 \cdot \text{кількість ударів} = \text{ЧСС}$$

$$4 \cdot 12 \text{ ударів} = 48 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$$

3. Розрахунок ЧСС під час навантаження – метод 10 ударів (табл.4.36).

Таблиця 4.36 — **Визначення ЧСС за методом десяти ударів**

Час, с	ЧСС, уд·хв <sup>-1</sup>	Час, с	ЧСС, уд·хв <sup>-1</sup>	Час, с	ЧСС, уд·хв <sup>-1</sup>
3,1	194	4,1	146	5,1	118
3,2	188	4,2	143	5,2	115
3,3	182	4,3	140	5,3	113
3,4	177	4,4	136	5,4	111
3,5	171	4,5	133	5,5	109
3,6	167	4,6	130	5,6	107
3,7	162	4,7	128	5,7	105
3,8	158	4,8	125	5,8	103
3,9	154	4,9	122	5,9	102
4,0	150	5,0	120	6,0	100

За допомогою секундоміра вимірюють час 10 послідовних ударів. Незручність цього методу полягає у швидкому зменшенні ЧСС після навантаження.

Методика вимірювання ЧСС у стані спокою припускає вимірювання ЧСС уранці, після пробудження, не менше ніж протягом 30 секунд, з перервами в 10-15 секунд.

При повному відновленні організму на ранок після навантаження ЧСС стану спокою приблизно постійна досить тривалий час (поки вона не знизиться у зв'язку із зростанням тренуваності).

Якщо після тренування з великим навантаженням ЧСС стану спокою істотно підвищилася щодо ЧСС основного обміну, це означає, що організм недовідновився. Якщо таке перевищення досягло 10 уд·хв<sup>-1</sup>, недоцільно в цей день використовувати тренувальні заняття з великими навантаженнями.

Вимірювання ЧСС в стані спокою має бути регулярним, що дозволить визначити динаміку відновлення після тренувальних навантажень, різних за величиною і спрямованістю, крім цього, володіючи інформацією про щоденну ЧСС в стані спокою, тренер зможе індивідуалізувати навантаження для кожного спортсмена.

Необхідно враховувати, що ЧСС у стані спокою у тренуваного спортсмена становить 40–50 уд·хв<sup>-1</sup>, у нетренуваної людини – 70–80 уд·хв<sup>-1</sup>. У жінок ЧСС зазвичай на 10 ударів більше, ніж у чоловіків цього самого віку.

У стані спокою ЧСС вранці менше на 10 ударів ніж увечері. ЧСС обраховується вранці перед підйомом з ліжка, однак за ранкового

показника пульсу не можна судити про ступінь підготовленості спортсмена. Він дає інформацію тільки про ступінь відновлення організму після тренування або змагань, але завдяки вимірюванню пульсу можна відстежити перетренованість або вірусні інфекції.

Вимірювання ЧСС під час навантаження дозволяє визначити її інтенсивність, величину і спрямованість.

Інтенсивність будь-якої вправи визначається відношенням до максимальної ЧСС. Максимальна ЧСС визначається на велоергометрі протягом навантаження з максимальною інтенсивністю.

**Максимальна ЧСС (ЧСС<sub>макс</sub>)** – це максимальна кількість серцевих скорочень протягом однієї хвилини. Максимальної величини можна досягти тільки маючи гарне самопочуття і за повного відновлення спортсмена після тренування.

Перед виконанням тесту проводять ефективну розминку, потім інтенсивне навантаження тривалістю 4–5 хв, заключні 20–30 с проводять з максимальним зусиллям. Ці показники реєструють протягом кількох тижнів, найвищий із них і буде максимальною частотою серцевих скорочень.

Реєстрація ЧСС в останню хвилину проводиться 15-секундним інтервалом. Обчислюється максимальна ЧСС з усіх вимірювань.

Володіючи показниками максимальної ЧСС, ЧСС у стані спокою і ЧСС навантаження можна визначити інтенсивність навантаження для кожного спортсмена під час виконання певної вправи. Для цього використовується формула Карвонена:

$$X\% = \frac{\text{ЧСС}_{\text{навантаження}} - \text{ЧСС}_{\text{стану спокою}}}{\text{ЧСС}_{\text{максимальна}} - \text{ЧСС}_{\text{стану спокою}}} \cdot 100\%, \quad (4.56)$$

де,  $X\%$  – інтенсивність навантаження.

Більш високий показник, розрахований за цією формулою, характеризує, вищу адаптацію спортсмена до тренувальних навантажень.

За робочою ЧСС навантаження можна визначити величину окремої тренувальної вправи та заняття в цілому.

Що стосується вимірювань ЧСС у спортсменів-ігровиків у процесі гри, то першими ці виміри були проведені на футболістах Чехословаччини (V.Seliger, 1968).

Отримано дані, що середня ЧСС протягом матчу становила 165 уд·хв<sup>-1</sup> (80% від максимальної ЧСС). У дослідженнях Г. Агневіка була зафіксована середня ЧСС 175 уд·хв<sup>-1</sup> (93% від максимальної ЧСС).

**Цільова ЧСС (ЧСС<sub>цільова</sub>)** – ЧСС за якою спортсмен виконує роботу, або ЧСС, що позначає межі зони інтенсивності (табл.4.37).

Наприклад, якщо ЧСС<sub>макс</sub> спортсмена становить 200 уд·хв<sup>-1</sup>, то цільова ЧСС для інтенсивності 70 % ЧСС<sub>макс</sub> дорівнюватиме:

$$\text{ЧСС}_{\text{цільова}} = 0,7 \times \text{ЧСС}_{\text{макс}};$$

$$\text{ЧСС}_{\text{цільова}} = 0,7 \times 200 = 140 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}.$$

Таблиця 4.37 — Приблизні зони інтенсивності тренувальних навантажень у відсотковому співвідношенні від ЧСС<sub>макс</sub>

Зона інтенсивності	Позначення зони	Інтенсивність, % ЧСС <sub>макс</sub>
Відновлювальна	R	60–70
Аеробна 1	A1	70–80
Аеробна 2	A2	80–85
Розвивальна 1	E1	85–90
Розвивальна 2	E2	90–95
Анаеробна	An1	95–100

### Резерв ЧСС

Для розрахунку інтенсивності навантаження використовують також метод резерву ЧСС, розроблений фінським вченим Карвоненом.

Резерв ЧСС (ЧСС<sub>резерв</sub>) – це різниця між ЧСС<sub>макс</sub> і ЧСС<sub>спокою</sub>. Наприклад, у спортсмена ЧСС<sub>спокою</sub> дорівнює 65 уд·хв<sup>-1</sup> і ЧСС<sub>макс</sub> 200 уд·хв<sup>-1</sup>:

$$\text{ЧСС}_{\text{резерв}} = \text{ЧСС}_{\text{макс}} - \text{ЧСС}_{\text{спокою}};$$

$$\text{ЧСС}_{\text{резерв}} = 200 - 65 = 135 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}.$$

Нижче наведено приблизні зони інтенсивності тренувальних навантажень у відсотковому співвідношенні від ЧСС<sub>резерв</sub> (табл. 4.38).

Знаючи резерв ЧСС, можна розрахувати цільову ЧСС, що обчислюється як сума ЧСС<sub>спокою</sub> і відповідного відсотка резерву ЧСС. Наприклад, при цільовій ЧСС для інтенсивності 70% резерву ЧСС для спортсмена дорівнюватиме:

$$\text{ЧСС}_{\text{цільова}} = \text{ЧСС}_{\text{спокою}} + 70\% \text{ ЧСС}_{\text{резерв}};$$

$$\text{ЧСС}_{\text{цільова}} = 65 + (0,7 \times 135) = 65 + 95 = 160 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}.$$

Таблиця 4.38 — Приблизні зони інтенсивності тренувальних навантажень у процентному співвідношенні від ЧСС<sub>резерв</sub>

Зона інтенсивності	Позначення зони	Інтенсивність, % ЧСС <sub>резерв</sub>
Відновлювальна	R	40–55
Аеробна 1	A1	55–70
Аеробна 2	A2	70–78
Розвивальна 1	E1	78–85
Розвивальна 2	E2	85–93
Анаеробна	An1	93–100

Знаючи ЧСС<sub>спокою</sub> та ЧСС<sub>макс</sub>, можна розрахувати інтенсивність вправи, що виконується, за іншою формулою Карвонена.

Наприклад. Два спортсмени пробігають дистанцію з однаковою швидкістю. Але ЧСС у них може бути різна. Максимальна ЧСС у одного бігуна становить 210 уд·хв<sup>-1</sup>, а пульс під час бігу дорівнює 160 уд·хв<sup>-1</sup>

1. Максимальна ЧСС іншого бігуна становить  $170 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$ , а його пульс під час бігу з тією самою швидкістю, дорівнював  $140 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$ . Перший бігун виконував вправу на 50 ударів нижче своєї максимальної ЧСС, а другий – на 30 ударів нижче своєї максимальної ЧСС. Якщо ЧСС у спортсменів у стані спокою дорівнювала  $50 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$ , то потужність навантаження у відсотковому співвідношенні становила 69 і 75 % відповідно. Це означає, що другий спортсмен виконував роботу з більш високим навантаженням.

Оптимальним є визначення  $\text{ЧСС}_{\text{макс}}$  за допомогою пульсометру («Polar», «Timex», «Garmin», «Sigma», «Casio») (рис. 4.45).



а



б

Рисунок 4.45 — Пульсометри, які використовують у спортивній практиці: а – види пульсометрів; б – складові пульсометра: датчик та годинник

Спорттестер виконує наступні функції:

- відлік поточного часу доби;
- подання сигналу будильника;
- формування двох послідовних інтервалів часу для програмування тривалості режимів роботи і відновлення;
- установка граничних зон ЧСС у кожному інтервалі часу;
- вибір дискретності записів ЧСС (5, 15, 60 сек.);
- вимір і індикація на дисплеї поточного значення ЧСС;
- індикація поточного часу роботи і величини ЧСС;
- економія, зберігання отриманої інформації та видача її для подальшого аналізу на комп'ютері або експрес-аналізаторі;
- візуальний перегляд на дисплеї отриманих даних;

Спорттестер працює в наступних режимах:

- індикація часу доби і сигнал будильника;
- програмування робочого режиму;
- видача даних для оператора.

Спорттестер складається з нагрудного датчика – реєстратора ЧСС – і наручного годинника – приймача сигналів (рис. 4.46). Приклад контролю за інтенсивністю тренувальних і тестувальних вправ з використанням спорттестера TOPCOM наведено на рис. 4.47.



Рисунок 4.46 — Спорттестери: Polar S 120, TOPCOM

Дані пульсометрії хокеїста після комп'ютерної обробки відображені у вигляді графіка залежності ЧСС від тривалості реєстрації тренувальної роботи або ігрової діяльності (рис. 4.48).

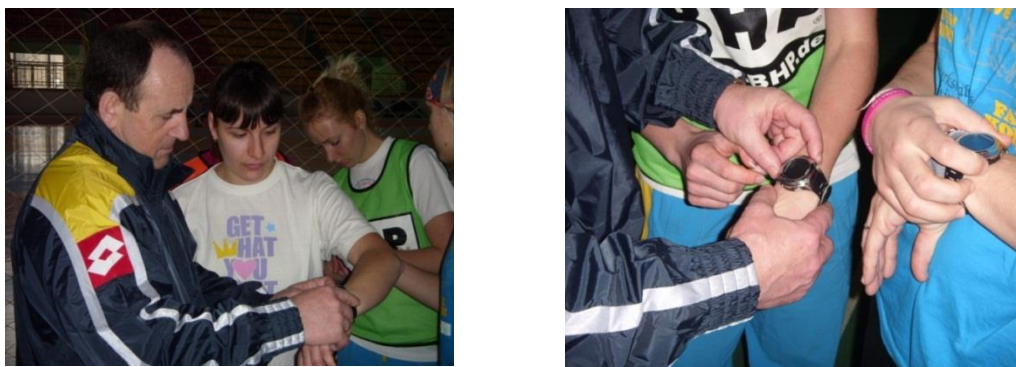


Рисунок 4.47 — Контроль за інтенсивністю тренувальних і тестувальних вправ з використанням спорттестера TOPCOM

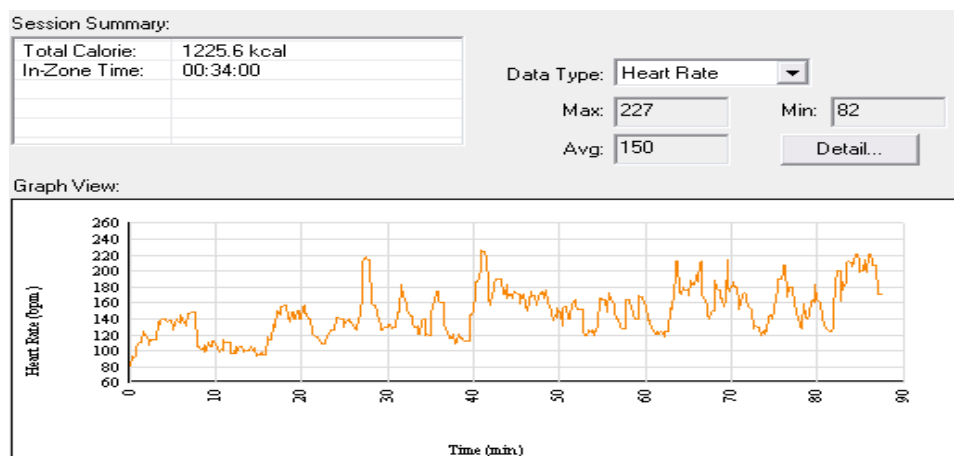


Рисунок 4.48 — Динаміка і значення ЧСС у хокеїста високої кваліфікації (П. М.) у процесі тренувального заняття комплексного характеру

Пульсометрія – визначення частоти серцевих скорочень (ЧСС) або пульсу – один з найпростіших, найдоступніших та достатньо

інформативних способів контролю функціонального стану системи кровообігу та організму в цілому (рис. 4.49 та 4.50).

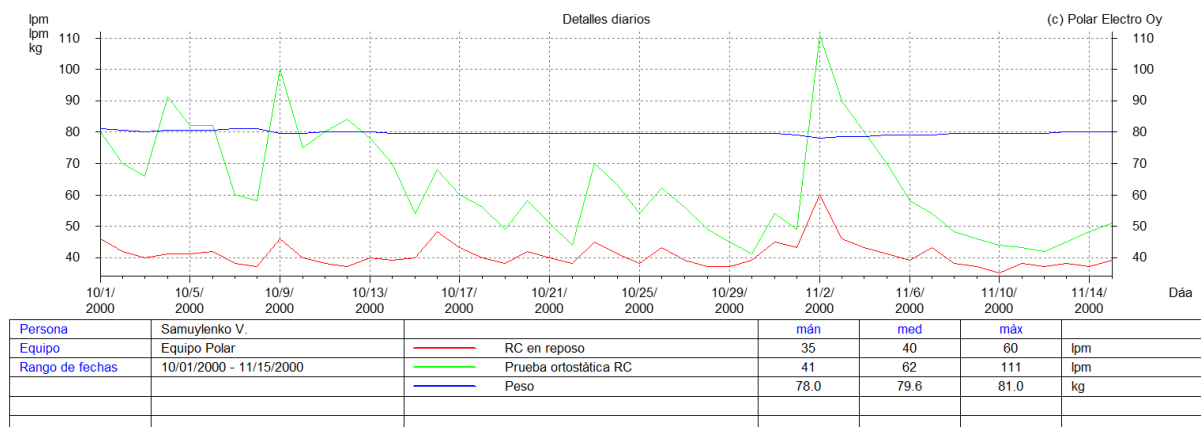


Рисунок 4.49 — Типова динаміка частоти серцевих скорочень днями у стані, близькому до основного обміну (вранці після сну) та у разі виконання ортостатичної проби кваліфікованим спортсменом. Графічне представлення програми Training Advisor [www.polar.fi].

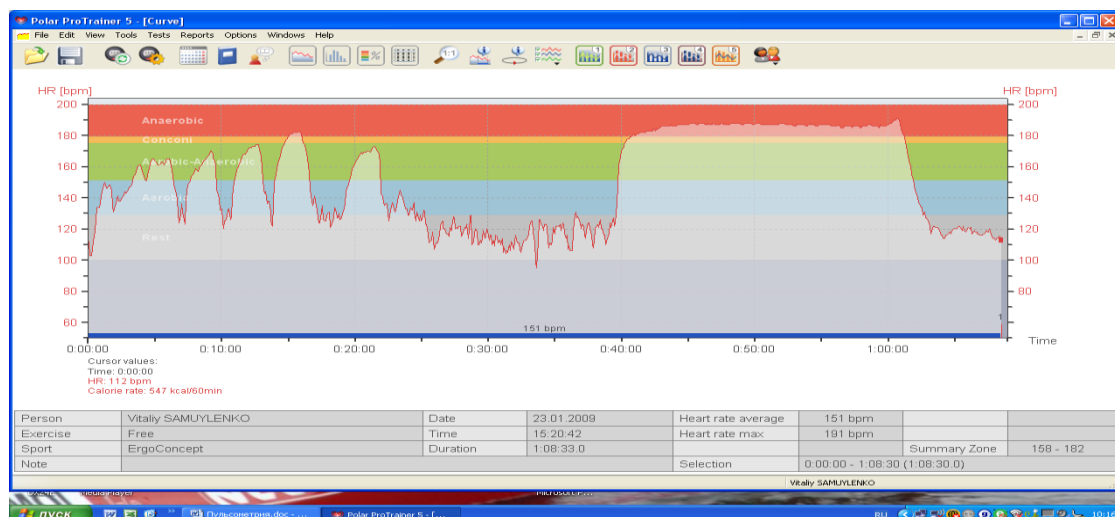


Рисунок 4.50 — Приклад реєстрації ЧСС у динаміці на тренуванні кваліфікованого веслувальника (розминка та проходження дистанції 5000 м) під час використання програми «Polar Pro Trainer»

### 4.10.3. Психофізіологічні методи

Функціональний стан центральної нервової системи характеризують показники психомоторики людини, оскільки мотивоване задоволення певної мети, як правило, супроводжується психомоторною дією.

Будь-яке спортивне досягнення – це демонстрація спортсменом своїх фізичних, техніко-тактичних і психічних можливостей. Тому для оцінки рівня майстерності спортсменів разом з тестами фізичної та техніко-тактичної підготовленості важливими є також психомоторні показники.



Функціональний стан спортсменів характеризують такі психомоторні показники, як швидкість переробки інформації, час одиночного руху, максимальна частота рухів за 10 с, оптимальне число рухів за 10 с, відношення оптимальної частоти рухів до максимальної, максимальне зусилля, оптимальне зусилля, дозоване зусилля (табл. 4.39).

**Таблиця 4.39 — Показники психомоторних тестів спортсменів-ігровиків (за: Є. М. Сурков)**

№ з/п	Психомоторні тести	Показники психомоторних тестів	Оптимальний результат
1.	Коректурна таблиця з кільцями Ландольта	Швидкість переробки інформації $ШПІ = \frac{n - 8k}{20} \text{ біт} \cdot \text{с}^{-1}$	3,0 біт·с <sup>-1</sup>
2.	Тепінг-тест	Час одиночного руху (ЧОД). Максимальна частота (число рухів за 10 с) Оптимальна частота (число рухів за 10 с). Відношення оптимальної частоти рухів до максимальної	197 мс 80,7 55,7 0,701
3.	Ручна динамометрія	Максимальне зусилля, кг Оптимальне зусилля, кг Дозоване зусилля, кг	57,4 51,0 5,8

Швидкість переробки інформації (*ШПІ*) визначається за допомогою коректурної проби з кільцями Ландольта, які мають проріз на певне положення стрілки годинника. За 20 с спортсменові необхідно викреслювати кільця з заданими напрямками-прорізами (рис. 4.51), наприклад, на 9:00, на 12:00 і т.ін. Після закінчення проби визначається *ШПІ*. Для цього використовується така формула:

$$ШПІ = \frac{n - 8k}{20} \text{ біт} \cdot \text{с}^{-1}, \quad (4.56)$$

де *n* – кількість переглянутих знаків;

*k* – кількість помилок;

20 – час перегляду знаків;

8 – постійний коефіцієнт.

Для визначення часу одиночного руху (*ЧОР*) може використовуватися теппінг-тест.

Спортсменові необхідно нанести олівцем або ручкою максимально можливу кількість точок протягом 5 секунд. Через 5 секунд за командою тренера (експериментатора) він намагається нанести максимально можливу кількість точок в наступному квадраті і т.ін. (рис. 4.52). Тривалість теппінг-тесту 30 сек.

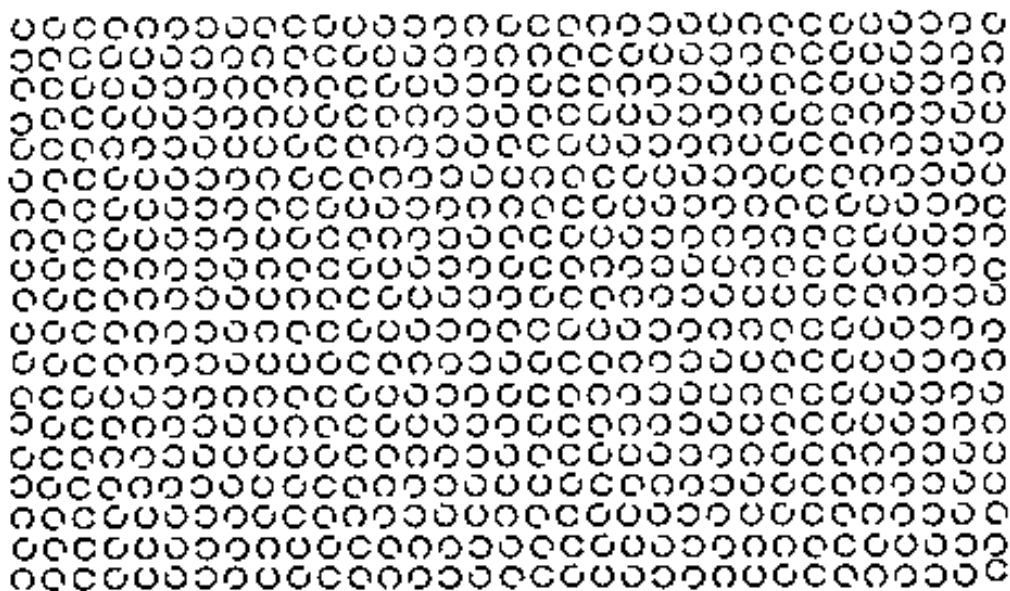


Рисунок 4.51 — Матриця з кільцями Ландольта

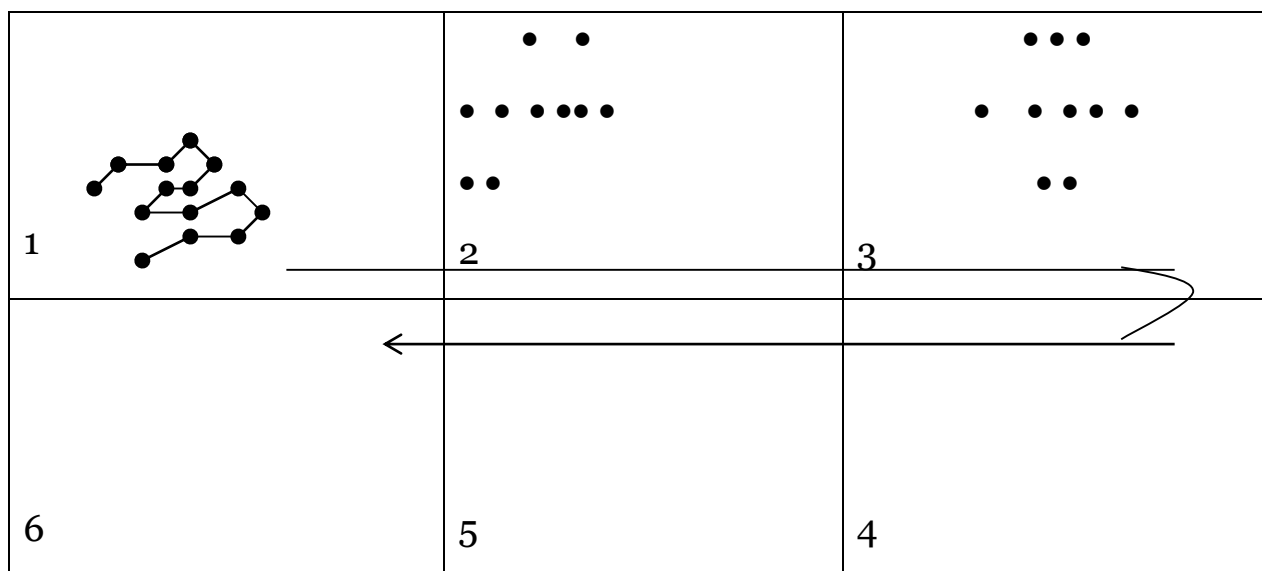


Рисунок 4.52 — Схема виконання теппінг-тесту.

За результатами тесту можна визначити час одиночного руху (*ЧОР*)

$$ЧОР = \frac{t}{n}, \tag{4.57}$$

де *ЧОР* – час одиночного руху;

*t* – час виконання тесту в мс;

*n* – загальна кількість точок в 6-ти квадратах.

За даними Л. Я. Євгенєвої [10], час одиночного руху у підготовлених спортсменів-ігровиків в середньому становить 197 мс.

Проведення теппінг-тесту на різних етапах підготовки дозволяє певною мірою судити про функціональний стан центральної нервової системи хокеїстів.

Крім часу одиночного руху, визначається також максимальна частота

(число рухів за 10 с) і оптимальна частота (оптимальне число рухів за 10 с) рухів, відношення оптимальної частоти рухів до максимальної.

Центральна нервова система відіграє провідну роль в **координації рухів**, забезпечуючи точне виконання рухового акту з максимальною силою і економічно.

Отримання інформації про рівень стану координації рухів дозволяє судити не тільки про одну зі сторін тренуваності, а й про ранні ступені втоми спортсмена. Розлад координації рухів і внаслідок цього порушення рухового акту є одним з найбільш ранніх і чітких ознак перевтоми і перетренованості спортсмена.

Рівень стану координації виявляється за допомогою проби Ромберга.

**Хід проведення обстеження та оцінка результатів.** Спортсмен стоїть на зведених стопах, руки витягнуті вперед, пальці розведені, очі заплющені.

Оцінка проби Ромберга здійснюється за такими критеріями:

➤ збереження спортсменом протягом 15 с і більше стійкої пози (відсутність похитування, тремтіння повік і пальців рук) оцінюється в 4 бали;

➤ виникнення протягом 15 с тремору пальців і тремтіння повік, але збереження стійкої пози оцінюється в 3 бали;

➤ збереження стійкості пози менше ніж 15 с оцінюється в 2 бали.

Досить простим для вимірювання психомоторних показників є динамометрія. Для вимірювання максимального зусилля спортсмен натирає руки магnezією і бере динамометр в найсильнішу руку; він повинен перебувати на одній лінії з передпліччям біля стегна. Потім спортсмен відводить руку в сторону і енергійно стискає прилад, виявляючи при цьому максимальне зусилля. Крім максимального зусилля, визначається також оптимальне і дозоване (помилка при відтворенні заданого зусилля) зусилля спортсмена в динамометричному тесті.

Вищевикладені психомоторні тести визначення функціонального стану центральної нервової системи є досить простими і доступними для випробування спортсменів в умовах навчально-тренувальних зборів. У лабораторних умовах можуть бути визначені такі психомоторні показники, як латентний час простої та складної реакції, реакція на рухомий об'єкт, реакція антиципації та ін.

#### **4.10.4. Використання сучасного наукового обладнання у процесі проведення наукових досліджень**

Для проведення досліджень функціонального стану спортсменів у лабораторних умовах та в процесі тренувальної і змагальної діяльності застосовують діагностичне обладнання провідних країн світу: Німеччини, Японії, США, Фінляндії, Ізраїлю, Швеції, України.

Для оцінювання роботоздатності та показників діяльності серцево-судинної і дихальної систем використовують методи ергометрії, газоаналізу, спірометрії із застосуванням газоаналізаторів «Oxicon Pro», «Meta Max»,

ергометрів для видів спорту (Тредміл LE 200С, «Laufband», «Biometer», «Concept-II», «Padllelite», «Monark») (рис.4.53-4.54), електрокардіографів «Cardio-Test» (ЕКГ, векторкардіографія, математичний аналіз серцевого ритму), моніторів серцевого ритму («Polar – 810i», «Forerunner»).

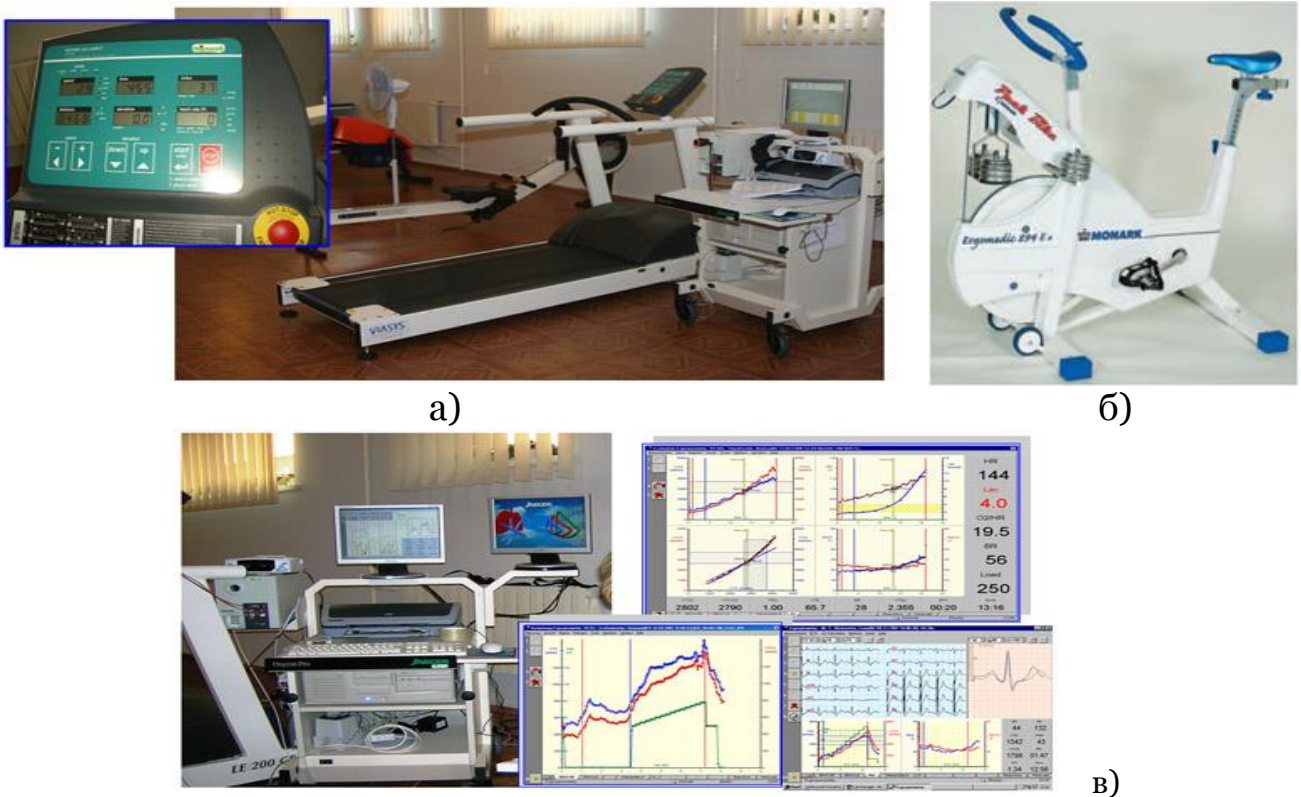


Рисунок 4.53 — Сучасне обладнання для оцінювання роботоздатності та показників діяльності серцево-судинної та дихальної системи спортсменів: а - тредміл LE 200С; б - велоергометр «Monark»; в - газоаналізатор «Oxicon Pro»

Діагностична стаціонарна ергоспірометрична система призначена для практичного використання з метою дослідження реакції кардіореспіраторної системи на різні дії за лабораторних умов – моделювання стандартних і максимальних навантажень на ергометрі (підбір ергометра залежить від виду спорту і спеціалізації спортсмена), а також на гіперкапнічні та гіпоксичні газові суміші.

Діагностична система дозволяє виконувати одночасно спірометричні стандартні тести та ЕКГ-тест під час навантаження на біговій доріжці у вигляді одного комбінованого дослідження. При цьому відзначається виняткова стабільність ізолінії під час тривалих ЕКГ-тестів з навантаженням, при відображенні ЕКГ використовується 10 с інтервал і проводиться автоматичне виявлення аритмії.



а)



б)



в)



г)

Рисунок 4.54 — Приклад використання сучасного обладнання для оцінювання роботоздатності та показників діяльності серцево-судинної та дихальної систем спортсменів: а - тредміл «Laufband», б – веслувальний ергометр «Paddlelite», в - веслувальний ергометр «Concept – II» г - плавальний ергометр «Biometer»

Ергометр тредміл LE-200 (корпорація VIASYS Healthcare, США-Німеччина) призначений для дослідження реакції дихальної та серцево-судинної систем на фізичні навантаження різного характеру. Ергометр дозволяє точно та надійно задати швидкість і градієнт підйому при виконанні тестів з використанням фізичних навантажень, що відповідає міжнародним стандартам. Діапазон швидкості 0–40 км·годину-1, дозвільна здатність для установки швидкості 0,1 км·годину-1, градієнт 0–25 %, дозвільна здатність для установки градієнта 0,1 %, розмір бігової частини 170x65 см, максимальне навантаження на доріжку до 200 кг.

Велоергометр «Monark-894E» (Швеція) призначено для проведення анаеробних тестів. Можливість різної установки модифікацій анаеробних тестів із 3-ма різними стартовими опціями (контролем частоти педалювання) та часом тривалості тесту: діапазон від 5 секунд до 99 хвилин, збільшення потужності навантаження через кожну 1 секунду, що дозволяє легко використовувати стандартний Wingate-тест.

Ергометр тредміл «Laufband» (SWISS TIMING, Німеччина) призначено для зимових видів спорту. Він дозволяє точно і надійно задати швидкість і градієнт підйому при виконанні тесту з використанням фізичних навантажень, що відповідає міжнародним стандартам. Діапазон швидкості 0–12 м·с<sup>-1</sup>, діапазон кутів нахилу від -20° до +120°, регулювання полотна автоматичне. Розмір бігової поверхні 3000x4500 мм.

Ергометр веслувальний «Paddlelite» (Данія) для веслування на байдарках і каное, веслувального слалому дозволяє вимірювати біодинамічні характеристики рухів спортсмена. Бортовий комп'ютер дозволяє визначати час, пройдену дистанцію, швидкість, максимальну і середню потужність, темп (гребки·хв<sup>-1</sup>) та ритм, прийом ЧСС («Polar»).

Ергометр веслувальний «Concept – II» (США) призначено для оцінки різних параметрів працездатності для академічного веслування (при моделюванні умов проходження різних дистанцій). Система зміни навантаження: аеродинамічна (опір повітря, безступенева). Вимірювання пульсу з використанням портативного пульсометра «Polar». Довжина ергометру – 240 см, ширина – 60 см, висота – 90 см.

Ергометр «Biometer» (Albrecht Fahnenmann, Финляндия) призначений для імітації рухів в плаванні. Вбудовані програми тестів дозволяють реалізовувати 9 режимів (програм) виконання фізичного навантаження різної по поєднанню потужності і інтенсивності її виконання. Комп'ютер відображає: швидкість, час, пройдену дистанцію, середню швидкість, кількість гребків, ритм (гребки·хв<sup>-1</sup>), довжину гребка (крок).

Комп'ютерний електрокардіографічний комплекс CARDIOTEST (DX-системи, Україна) призначено для проведення електрокардіографічного дослідження спортсменів. Принцип роботи полягає у зніманні біоелектричних потенціалів серця за стандартними відведеннями з подальшим їх посиленням, перетворенням у цифровий код та передачею на комп'ютер для подальшої обробки, зберігання й аналізу ( рис. 4.55)

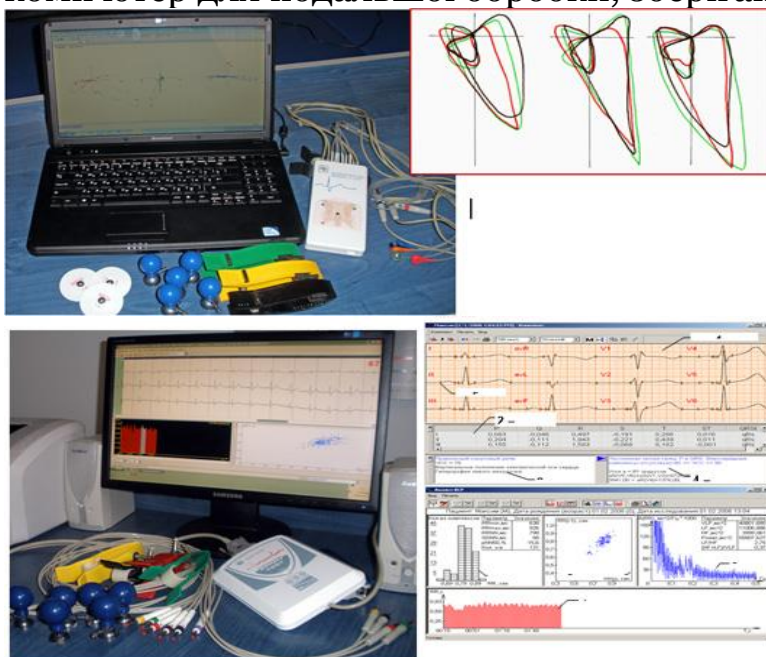


Рисунок 4.55 — Сучасні електрокардіографи «Cardio-Test» для оцінювання показників діяльності серцево-судинної системи спортсменів у стані спокою

Для контролю за лабораторними та гематологічними показниками крові в процесі тренувальної діяльності спортсменів застосовують біохімічні стаціонарні та мобільні прилади: біохімічний аналізатор "Humalyzer 3000LP-400, коагулометр напівавтоматичний «TS 4000», мобільні аналізатори газів крові та електролітів "Opticca", гематологічний аналізатор "Erma PCE-210", автоматичний гематологічний аналізатор "MicroCC 20 plus", мобільні біохімічні аналізатори-фотометри LP-420 "Dr-Lange", аналізатор біохімічний «Diaglobal Vario Photometer II» (рис.4.56).



а

б

в

Рисунок 4.56 — Біохімічна апаратура для контролю показників крові спортсменів: а — коагулометр напівавтоматичний «TS 4000», мобільний аналізатор газів крові та електролітів "Opticca"; біохімічний аналізатор "Humalyzer 3000LP-400, б — автоматичний гематологічний аналізатор "MicroCC 20 plus" та гематологічний аналізатор "Erma PCE-210", в — мобільний біохімічний аналізатор-фотометр LP-420 "Dr-Lange" та аналізатор біохімічний «Diaglobal Vario Photometer II»

Мобільний аналізатор газів крові та електролітів «OPTI CSA» (Osmetech, США) дозволяє (касетним способом) протягом 5 хв. провести аналіз змісту основних параметрів газового складу крові (насичення киснем, вуглекислим газом, рН крові, вміст буферних основ та їх надлишок), що в цілому дає можливість судити про характер тренувальних навантажень у спорті. Використання спеціальних касет дає змогу водночас вимірювати вміст основних електролітів (K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>), гемоглобіну та глюкози.

Біохімічний аналізатор «Humalyzer 3000LP-400» призначений для проведення фотометричних досліджень в клінічних лабораторіях. Дозволяє

досліджувати показники: заг. білок (г / л), білірубін (мкмоль / л) заг., сечовину (ммоль / л), креатинін (мкмоль / л), глюкозу (ммоль / л), калій (ммоль / л), натрій (ммоль / л), магній (ммоль / л), фосфор неорганічний (ммоль / л), креатинкіназу загальна (U / l) КФК,  $\alpha$ -амілазу (U / l), а-амінотрансферазу (U / l) АЛАТ, аспартат-амінотрансферазу (U / l) АсАТ,  $\gamma$ -глутамілтрансферази (U / l), лужну фосфатазу (U / l), холестерин (ммоль / л), тригліцериди (ммоль / л), залізо (мкмоль / л), залізовв'язувальну здатність крові (%), трансферин (ммоль / л).

Автоматичний гематологічний аналізатор «MicroCC-20 Plus» (HTI, США) на 20 параметрів, з диференціюванням лейкоцитів по 3-м субпопуляціям і побудовою 3-х гістограм. Можливість визначення не тільки такі показників, як концентрація гемоглобіну (HGB), кількість еритроцитів (RBC), лейкоцитів (WBC), лімфоцитів (LYM) і тромбоцитів (PLT), але і ряду таких важливих параметрів, як середня концентрація гемоглобіну в еритроциті (МСНС), середній об'єм еритроцитів (MCV), середній вміст гемоглобіну в еритроциті (MCH) та ін. Управління здійснюється з великого кольорового сенсорного дисплея. Продуктивність: 60 аналізів за годину.

Гематологічний аналізатор «ERMA PCE-210» (ERMA ltd., Японія) дає можливість за одну хвилину досліджувати 23 показники гематологічного гомеостазу, включаючи вміст гемоглобіну, лейкоцитів та їх фракцій (лімфоцитів, нейтрофілів, моноцитів), тромбоцитів, еритроцитів і еритроцитарних характеристик (середній об'єм еритроциту, абсолютне і відносне насичення кожного еритроциту гемоглобіном), розподіл загального пулу основних клітин крові за об'ємом), а також величину гематокриту.

Гематологічний контроль дозволяє оцінювати параметри кількісного та якісного складу крові, як інформативних критеріїв функціонального стану організму, а під час проведення тривалих індивідуальних спостережень за динамікою картини крові - функціональних можливостей організму спортсменів.

Біохімічний аналізатор-фотометр «Vario Photometer II» (Diaglobal) призначено для вивчення показників крові у спортсменів на всіх етапах тренувальної діяльності, з використанням стандартних наборів реактивів. Спектр мобільної лабораторії досить широкий і дозволяє визначити 19 різних біохімічних показників крові, а саме гемоглобін, гематокрит, еритроцити, лактат, глюкозу, сечовину, тригліцериди та ін.

Для психологічного та психофізіологічного контролю використовують діагностичну систему «Діагност-1» (рис. 4.57) та Комплекс для психологічного тестування «Бос-тест-професійний» (рис.4.58). Діагностична система «Діагност-1» призначена для визначення індивідуально-типологічних властивостей вищої нервової діяльності й сенсомоторних функцій людини переробляти зорову інформацію різної складності. Ця система дозволяє визначити просту та складну зорову і рухову реакцію на подразник, реакцію на рухомий об'єкт, максимальний



темп рухів, рівень функціональної рухливості та силу нервових процесів. Система «Діагност-1» працює в п'яти режимах:

- 1) оптимальний режим — реєструються показники простої та складної зорово-моторної реакції;
- 2) режим зворотнього зв'язку;
- 3) режим нав'язаного ритму (реєструються рівень функціональної рухливості основних нервових процесів та сила нервових процесів (працездатність головного мозку), динамічність, лабільність нервової системи;
- 4) режим - реакція на рухомий об'єкт;
- 5) режим теплінг-тест. Режим теплінг-тесту реєструє максимальний темп руху кісті, як показник м'язової витривалості.



Рисунок 4.57 — Діагностична система «Діагност-1» для оцінювання психофізіологічних особливостей спортсменів.

Комплекс для психологічного тестування «Бос-тест-професійний» (рис. 4.58) застосовують для оцінки основних властивостей нейродинамічних функцій, психологічних якостей, які є домінуючими у спортсменів. визначення лідерства та здібностей до самореалізації в екстремальних умовах.

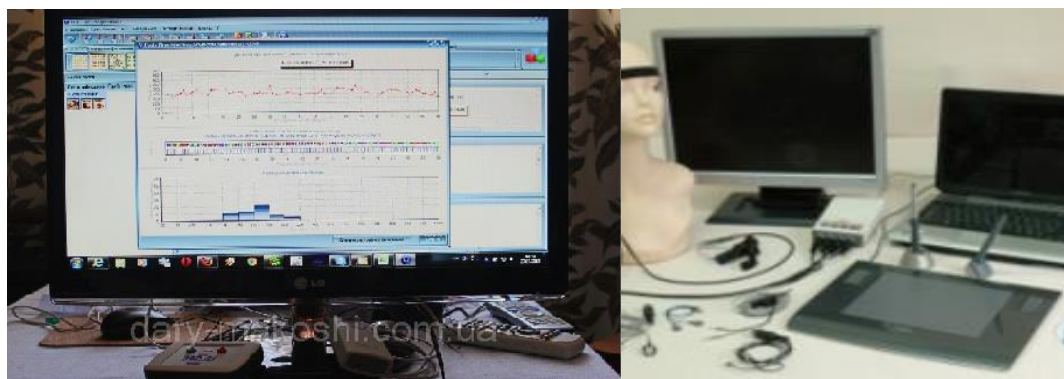


Рисунок 4.58 — Комплекс для психологічного тестування «Бос-тест-професійний»

Для визначення основних параметрів функціонального стану та властивостей нервово-м'язового апарату, потенціалів окремих м'язів та головного мозку застосовують метод електроміографії (рис. 4.59). Реєструвати біопотенціали спортсмена при виконанні ним різних вправ дозволяє кінезіологічна система, яка містить безпроводні датчики для реєстрації. Застосування такої системи дозволяє на сучасному рівні обробляти рухові комплекси, здійснювати груповий аналіз м'язової активності, онлайн запис м'язової активності під час рухів спортсмена; експрес оцінку якості м'язової активності під час тренувань; виявляти індивідуальні особливості спортсменів.

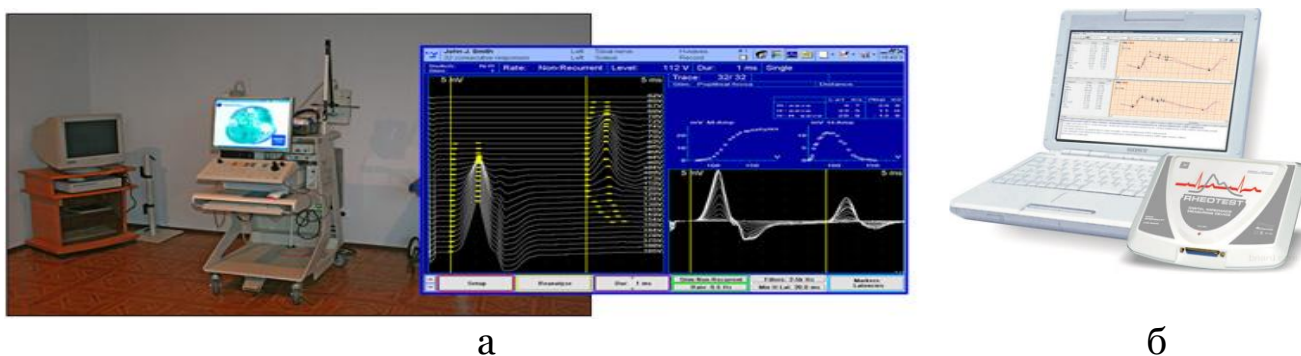


Рисунок 4.59 — Нейродіагностична система «VikingSelect» (а) та Комплекс електронейроміографічний "М-TEST" (б) для визначення основних параметрів функціонального стану та властивостей нервово-м'язового апарату

Оцінка індивідуальних властивостей м'язової активності здійснюється за параметрами потужності, швидкості рухів (удари, поштовхи), координації, стомлюваності за допомогою кінезіологічної системи для реєстрації біопотенціалів (рис. 4.60).

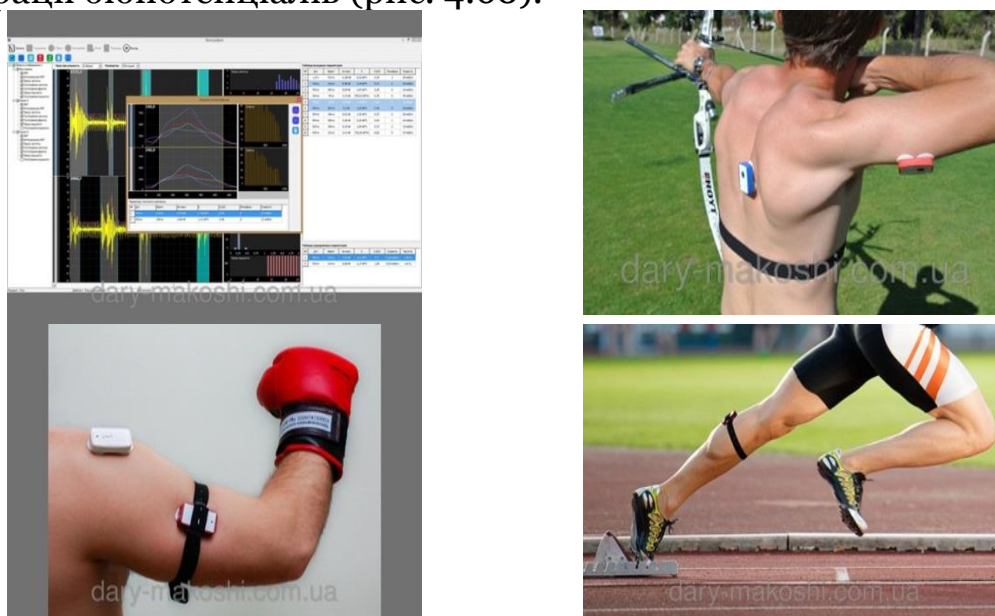


Рисунок 4.60 — Кінезіологічна система для реєстрації біопотенціалів спортсмена при виконанні різних вправ

Оцінити склад тіла та визначити щільність кісткової тканини (метод денситометрії) можна за допомогою приладів «Tanita» та «Sunlight Medical LTD» (рис. 4.61).

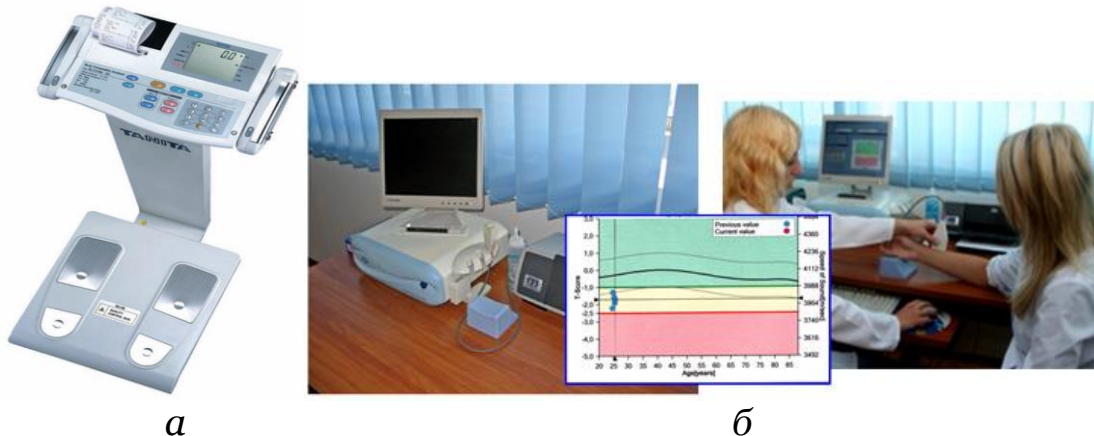


Рисунок 4.61 — Апаратура для визначення складу тіла «Tanita» (а) та щільності кісткової тканини «Sunlight Medical LTD» (б)

Показники складу тіла, що визначаються:

BMI – ваговий індекс: вага/зріст (кг·м<sup>-2</sup>). Бажаний діапазон 18.5-24.9.

BMR базальний рівень метаболізму. Кількість енергії, що витрачається тілом у стані спокою .

FAT% - відсоток жирової тканини в тілі.

FAT MASS – вага жирової тканини в тілі (кг).

FFM – вага без жирової тканини (м'язи, кістки, вода тощо)

TBW – загальна кількість води в тілі (кг). Норма складає 50-70% загальної ваги тіла. Зміст води більше у чоловіків ніж у жінок внаслідок більшої м'язової маси.

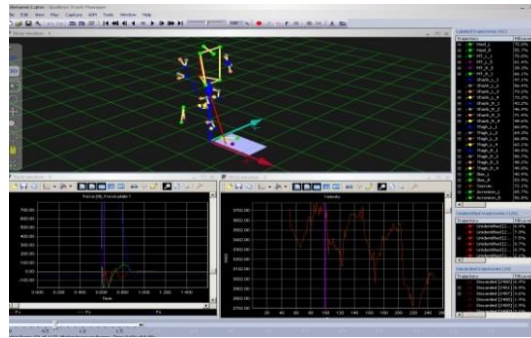
PMS – оцінка ваги м'язової маси без жирової тканини.

DESIRABLE RANGE – бажаний діапазон.

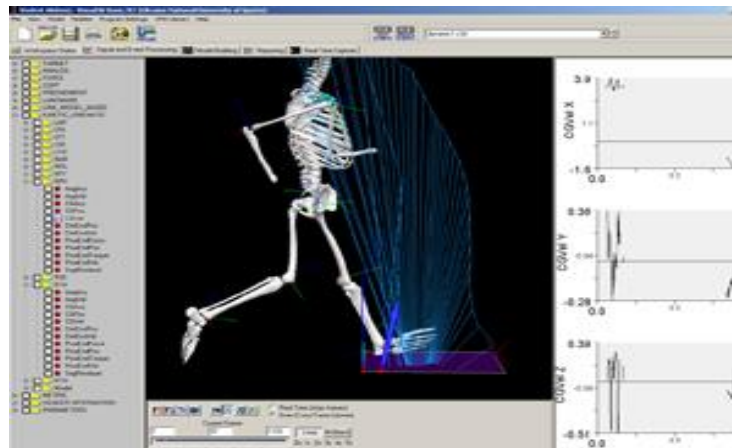
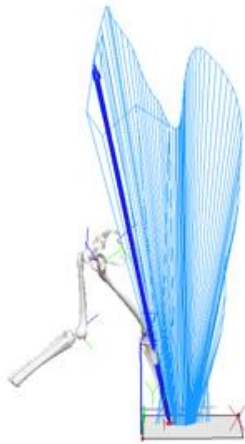
Метод денситометрії дозволяє достовірно і неінвазивно вимірювати швидкість ультразвуку в кістках, закритих шаром м'яких тканин, яка залежить від щільності, еластичності, архітектури кісткової тканини, товщини кортикального шару і, таким чином, є основою для оцінки міцності кістки. Обстеження абсолютно безпечно. Отримані дані відповідають даним при рентгенівському дослідженні.

Денситометрія дає можливість прогнозувати розвиток остеопорозу і визначити: зміст в кістковій тканині мінеральних речовин; наявність остеопорозу, а також простежити динаміку захворювання.

Біомеханічні характеристики техніки рухових дій, темпо-ритмову структуру рухових дій, рівновагу та силу м'язів досліджують за допомогою сучасного обладнання – біомеханічного комплексу «Qualisys», оптико-електронної системи «Optojamp», тренажера стійкості та рівноваги «SportKat 650TS», комп'ютерного стабілоаналізатора з біологічним зворотним зв'язком «Стабілан-01-2», «Back-Chek» тощо (рис. 4.62-4.65)



а)



б)



в)

Рисунок 4.62 — Біомеханічний комплекс «Qualisys» (а), програмний пакет Visual 3D (б) та оптико-електронна система «Optojamp» (в)

Біомеханічну систему «Qualisys» оснащено сімома відеокамерами, які дозволяють проводити відеозйомку в діапазоні від 60 до 500 кадрів за секунду, і програмним забезпеченням. До складу системи ввійшли також методика електроміографії, що дозволяє реєструвати електричну активність чотирьох довільно вибраних м'язів, і методика тензодинамографії, за допомогою якої можна реєструвати три складові опорної реакції.

У ході оцінювання рухів реєструють такі показники, як координати точок тіла спортсмена, 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 (рис. 4.63).

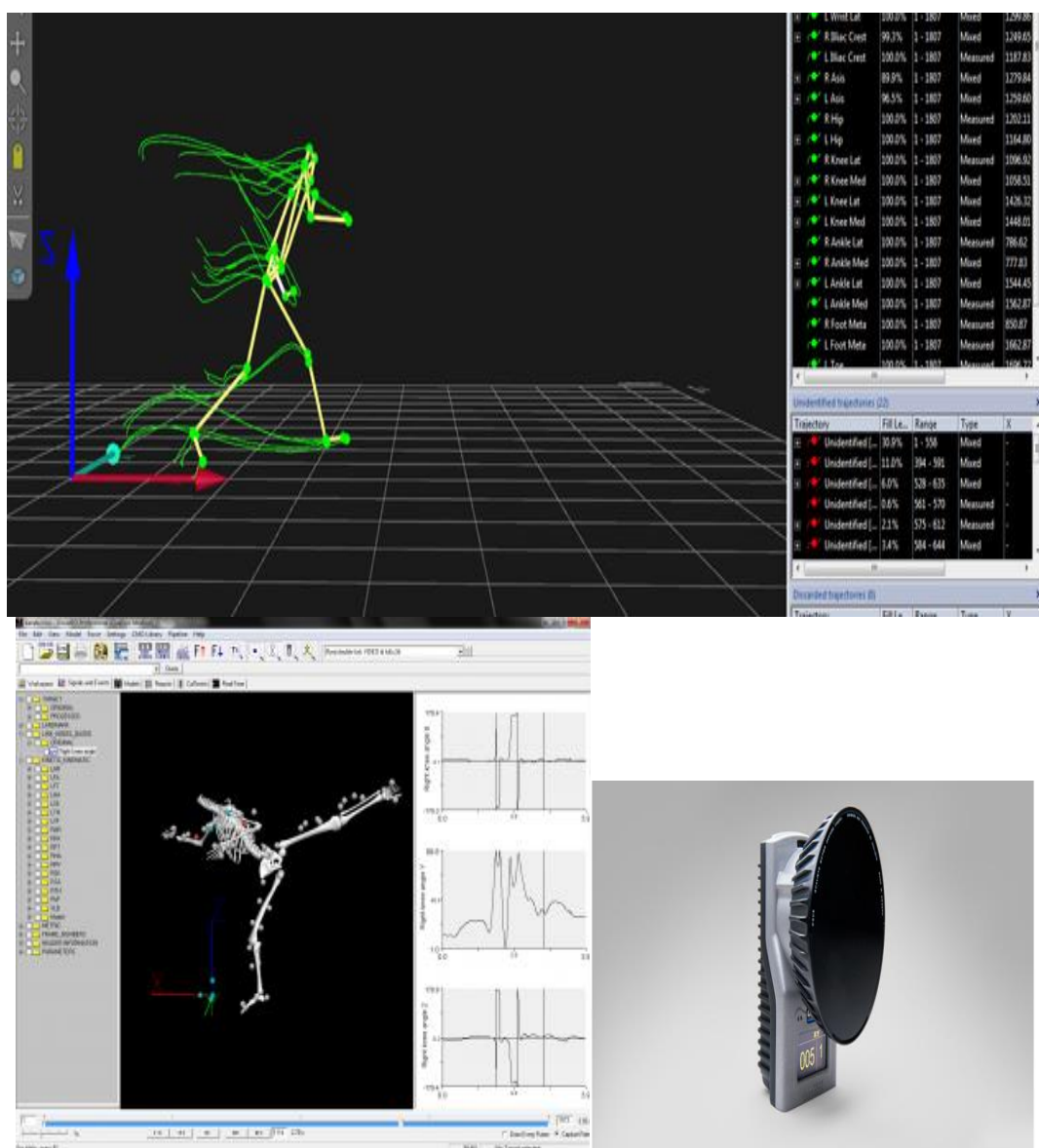
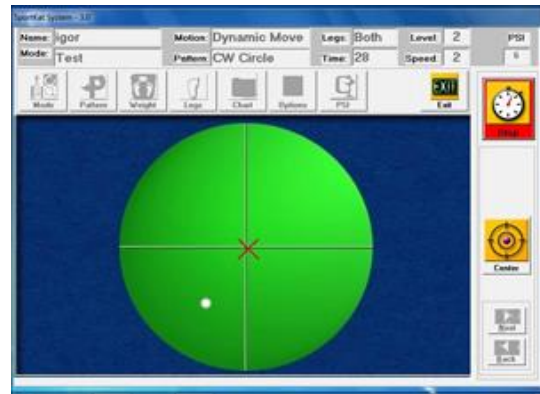


Рисунок 4.63 — Фрагмент реєстрації біомеханічних параметрів рухів з використанням біомеханічної системи «Qualisys»

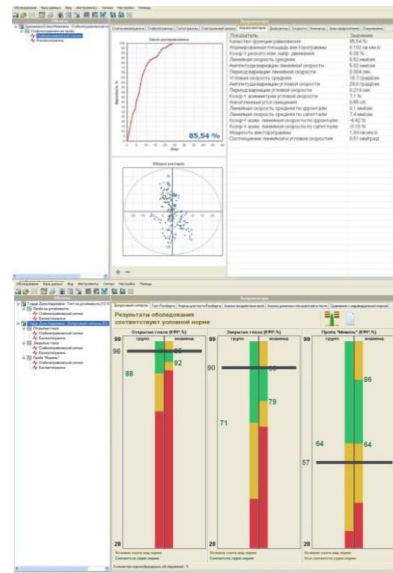
Фірмою «Microgate» (Італія) було розроблено оптичну систему «Ortojump» для виміру з точністю до  $1 \cdot 1000 \text{с}^{-1}$  кінематичних характеристик різних локомоцій. Система містить дві інструментальні планки, одна з яких містить блок датчиків і управління, а в іншу вбудовано передавальну електроніку. У разі необхідності збільшення довжини доріжки кілька таких планок (окремих елементів) можуть сполучатися (рис. 4.64).



Рисунок 4.64 — Фрагмент реєстрації кінематичних характеристик різних локомоцій з використанням оптичної системи «Ортоjump»



а



б

Рисунок 4.65 — Біомеханічні комплекси: тренажер стійкості та рівноваги «SportKat 650TS» (а) та комп'ютерний стабілоаналізатор із біологічним зворотним зв'язком «Стабілан-01-2» (б)

Тренажер стійкості та рівноваги SportKat 650TS дозволяють оцінювати та тренувати здатність людини утримувати рівновагу в умовах рухомої опори.

Стабілоаналізатор комп'ютерний з біологічним зворотним зв'язком «Стабілан-01-2» дозволяє реєструвати й аналізувати траєкторії переміщення центру тиску тіла людини на площу опори з метою виявлення та реабілітації рухово-координаційних порушень у дорослих і дітей; експрес-оцінка функціонального стану людини з використанням векторного аналізу

Мобільний біомеханічний комплекс з високою швидкістю фіксації відеоданих «Contemplas» містить модуль високошвидкісної 2D відеореєстрації та аналізу рухів людини, окремих її біоланок, інших об'єктів досліджень який дозволяє реєструвати такі біокінематичні характеристики:

- координати точки, мм;
- тривалість, с
- лінійну швидкість, м · с-1 і прискорення, м с-2;
- шлях точки, мм;
- кути, град і кутова швидкість, рад · с-1;
- траєкторія (рис. 4.66).

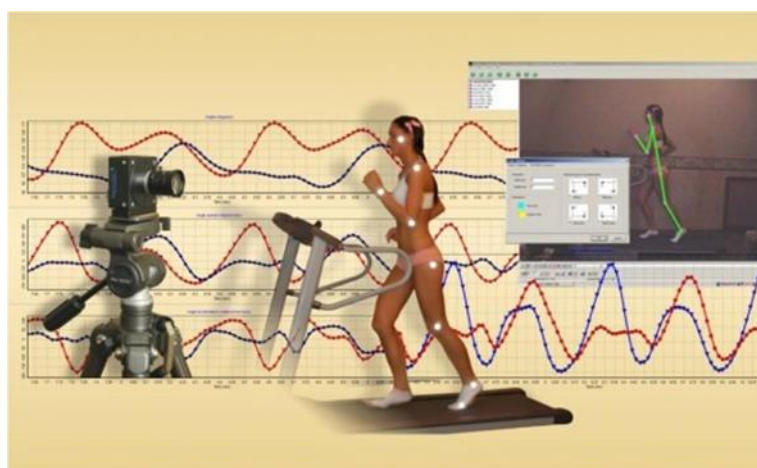


Рисунок 4.66 — Мобільний біомеханічний комплекс з високою швидкістю фіксації інформації «Contemplates»

Для оцінювання техніки виконання рухів застосовують сучасну діагностичну біомеханічну апаратуру, швидкісні відеокамери. Найвідомішими є біомеханічні комплекси «Qualisys», «Optojamp», «Dartfish», система відеокомп'ютерного аналізу рухів важкоатлетів «спортсмен – штанга» (рис. 4.67).

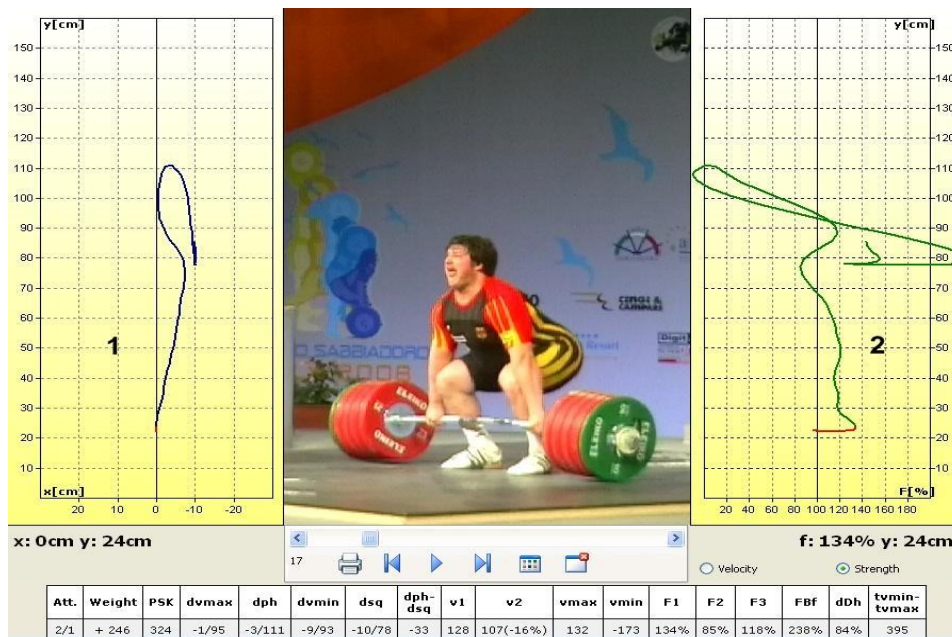


Рисунок 4.67 — Фрагмент комп'ютерної програми реєстрації кінематичних характеристик структури рухів системи «спортсмен–штанга» під час виконання вправи олімпійським чемпіоном Матіасом Штайнером (Німеччина): 1 – запис траєкторії руху; 2 – сила дії на штангу з боку спортсмена

## Резюме

У підрозділі представлені методи функціональної діагностики спортсменів, зокрема, описана методика визначення рівня функціональної підготовленості спортсменів спорту з використанням лабораторних і польових тестів. Описані сучасні інструментальні методи дослідження у фізичному вихованні та спорті. На основі цих методів об'єктивно і точно визначаються показники ЧСС, динаміка навантаження, роботоздатність спортсменів, здійснюється психофізіологічне оцінювання, реєструються біомеханічні показники тощо.

## Використана та рекомендована література

Аулик И.В.(1990) Определение физической работоспособности в клинике и спорте. М.: Медицина. 192 с.

Безмылов Н.Н., Шинкарук О.А. (2013) Оценка соревновательной деятельности баскетболистов высокого класса в игровом сезоне : монография; МОНУ, НУФВСУ. К., : НВП Поліграфсервіс. 144 с. : ил.

Белоцерковский З. Б. (2005) Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов. М.: Советский спорт. 312 с.

Бубэ Х., Фэк Г., Штюблер Х., Трогш Ф. (1968) Тесты в спортивной практике. М.: Физкультура и спорт. 240 с.



Волков Н. И. (1989) Тесты и критерии для оценки выносливости спортсменов. М.: ГЦОЛИФК. 44 с.

Годик М.А. (1988) Спортивная метрология. М.: Физкультура и спорт. 192 с.

Годик М.А. (2006) Физическая подготовка футболистов. М.: Терра – Спорт, Олимпия Пресс. 272 с.

Евгеньева Л. Я. (2002) Комплексный контроль подготовленности футболистов по морфофункциональным показателям. Киев: Научно-методический комитет Федерации футбола Украины. 64 с.

Зотов В. П., Кондратьев А. И. (1982) Моделирование подготовки гандболистов высокой квалификации. К.: Здоров'я. 128 с.

Изаак С. И. (2005) Мониторинг физического развития и физической подготовленности: теория и практика. М.: Сов. спорт. 196 с.

Ильин Е. П. (2004) Психология индивидуальных различий. СПб.: Питер. 701 с.

Иорданская Ф. А. (2011) Мониторинг функциональной подготовленности юных спортсменов – резерва спорта высших достижений (этапы углубленной подготовки и спортивного совершенствования). М.: Сов. спорт. 142 с.: ил.

Карпман В.П., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. (1988) Тестирование в спортивной медицине. М.: Физкультура и спорт. 208 с.

Костюкевич В.М. (2005). Дипломна робота: структура, зміст, методика написання. Вінниця: ТОВ «Планер». 213 с.

Костюкевич В.М., Воронова В.І., Шинкарук О.А., Борисова О.В. (2016) Основи науково-дослідної роботи магістрантів та аспірантів у вищих навчальних закладах (спеціальність: 017 Фізична культура і спорт): Навчальний посібник. Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД». 554 с.

Костюкевич В.М., Шевчик О.Г., Соколькова Л.М. (2015) Метрологічний контроль у фізичному вихованні та спорті: Навчальний посібник. Вінниця : ТОВ «Нілан-ЛТД». 256 с. Круцевич Т. Ю. Методы исследования индивидуального здоровья детей и подростков в процессе физического воспитания / Круцевич Т.Ю. - К.: Олимпийская литература, 1999. – С.155-157.

Круцевич Т. Ю., Воробйов М.І., Безверхня Г.В. (2011) Контроль у фізичному вихованні дітей, підлітків і молоді. Вид-тво Олімп. літ-ра. 260 с.

Круцевич Т. Ю. (2008) Теорія і методика фізичного виховання. К.: Олімп. літ-ра. т. 2. 367с

Ланда Б. Х. (2006) Методика комплексной оценки физического развития и физической подготовленности : учеб. пособие. 3-е изд., испр. и доп. М.: Сов. спорт. 208 с.

Медико-біологічне забезпечення підготовки спортсменів збірних команд України з олімпійських видів спорту: навчально-методичний посібник (2009). О. А. Шинкарук, О. М. Лисенко, Л. М. Гуніна [та ін.] ; ред. О. А. Шинкарук ; НУФВСУ. Київ : Олімпійська література. 144 с. : іл.

*Методы контроля за состоянием спортсменов: раздел 4 (2007)/* Е. Н. Лысенко, В. Н. Платонов, О. А. Шинкарук // Наука в олимпийском спорте. № 3, спец. вып.: Методические рекомендации по проблемам подготовки спортсменов Украины к Играм XXIX Олимпиады 2008 года в Пекине. С. 121-133.

*Сергієнко Л. П.* (2000) Тестування рухових здібностей школярів. К.: Олімп. л-ра. 438 с.

*Теорія і методика дитячо-юнацького спорту* : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів (2011). О. А. Шинкарук, С. О. Павлюк, Є. М. Свіргунець, В. В. Флерчук. Хмельницький : ХНУ. 144 с.

*Толковый словарь терминов в биомеханике* : учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений физ. воспитания и спорта (2013) В. В. Гамалий, В. А. Кашуба, О. А. Шинкарук, Н. Шевчук ; МОНУ. К., : Полиграфсервис, 80 с.

*Физиологическое тестирование спортсменов высокого класса: [научно – практическое руководство]* / науч. ред. Дж.Д. Мак Дугал, Г.Э. Уэнгер, Г.Дж. Грин (1998). Киев: Олимпийская литература. 431 с.

*Шинкарук О.А.* (2013) Теорія і методика підготовки спортсменів: управління, контроль, відбір, моделювання та прогнозування в олімпійському спорті : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів; МОНУ, НУФВСУ. Київ : НВП Поліграфсервіс, 136 с.

*Шинкарук О. А.* (2004) Обґрунтування використання фізіологічних показників як критеріїв відбору спортсменів у циклічних видах спорту //Актуальні проблеми фізичної культури і спорту : зб. наук. пр. : в вип. К.. Вип. 3. С. 52-55.

*Шинкарук О., Гамалий В., Журнов А.* (2008) Контроль и совершенствование координационных способностей квалифицированных спортсменов с использованием аппарата "Huber"// Наука в олимпийском спорте. № 1. С. 127-133.

*Jeannotat Y.* (1980) Du teste de Cooperave VO<sub>2</sub> max // Jeun.e. Sport. № 5. P. 106–109

*Mishchenko V., Suchanowski O., Shynkaruk O., Lysenko O., et al* (2010) Individualities of Cardiorespiratory Responsiveness to Shifts in Respiratory Homeostasis and Physical Exercise in Homogeneous Groups of High Performance athletes//Baltic Journal of Health and Physical Activity. № 1. P.13–29.

*Wilmore J.H., Costill D.L.* (2004) Physiology of Sport and Exercise. Champaign, Illinois: Human Kinetics, 726 p.

## Запитання для самоконтролю

1. За якими компонентами визначається фізичний і фізіологічний стан спортсменів?
2. Охарактеризуйте фізіологічні методи визначення функціональної підготовленості спортсменів.
3. Як визначається поріг анаеробного обміну (ПАНО)?
4. Опишіть методику визначення МСК за допомогою таких методів:
  - 1) велоергометрії;
  - 2) степергометрії;
  - 3) за номограмою П. – О. Астранда.
5. Опишіть визначення алактатної анаеробної потужності за тестом Маргарія.
6. Поясніть сутність і напишіть формули таких критеріїв контролю за фізичним і функціональним станом спортсменів, це: проба Штанге, проба Генчі, індекс Руф'є, функціональна проба за Квергом, індекс Кердо, КЕК, РФС.
7. Охарактеризуйте особливості застосування методу пульсометрії.
8. Як визначається максимальна ЧСС?
9. Які пульсометри використовуються у спортивній практиці?
10. Яке сучасне обладнання використовується для оцінювання роботоздатності спортсменів?
11. Які сучасні прилади застосовуються для оцінювання показників діяльності серцево-судинної системи спортсменів у стані спокою?
12. Як здійснюється оцінювання психофізіологічних особливостей спортсменів?
13. Як реєструються біопотенціали спортсменів?
14. За допомогою яких приладів визначається склад тіла людини?
15. Як здійснюється контроль біомеханічних параметрів рухів?
16. У чому полягає сутність комп'ютерної програми кінематичних характеристик структури рухів?