

**МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ**

**УКРАЇНСЬКИЙ ЦЕНТР НАУКОВОЇ МЕДИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ  
І ПАТЕНТНО-ІНФОРМАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

"ЗАТВЕРДЖЕНО"

Заступник Директора департаменту  
організації та розвитку медичної  
допомоги населенню МОЗ України

Журашківська - \* < ^ p ° - моїсеєнко  
Г-ІРЖ?\* : \_ " \_\_\_\_\_ ШЕП

## **ФУНКЦІОНАЛЬНІ ПРОБИ В СПОРТИВНІЙ МЕДИЦИНІ**

(методичні рекомендації)

Київ  
2005

**Установа-розробник:**  
Запорізький державний медичний університет МОЗ України

**Укладач:**  
Михалюк Євген Леонідович      кандидат медичних наук, доцент.  
Тел. (0612) 343751

**Рецензент:**  
Абрамов В.В. – доктор медичних наук, професор.  
Дніпропетровська державна медична академія  
МОЗ України

Голова проблемної комісії МОЗ і АМН України “Санологія та валеологія” проф. Апанасенко Георгій Леонідович

## СПИСОК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АТ – артеріальний тиск  
ВНЗ – вищий навчальний заклад  
ЕКГ – електрокардіограма  
ЗМС – заслужений майстер спорту  
КМС – кандидат у майстри спорту  
МС – майстер спорту  
МСК – максимальне споживання кисню  
МСМК – майстер спорту міжнародного класу  
ЧСС – частота серцевих скорочень

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
КЛАСИФІКАЦІЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОБ .....	8
ФІЗИЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ.....	8
ЗМІНА ПОЛОЖЕННЯ ТІЛА В ПРОСТОРІ.....	29
ДОВОДАНЕ НАТУЖУВАННЯ.....	29
ЗМІНА ГАЗОВОГО СКЛАДУ ВДИХУВАНОВОГО ПОВІТРЯ.....	31
ВВЕДЕННЯ МЕДИКАМЕНТОЗНИХ ЗАСОБІВ.....	32
ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОГО СПОЖИВАННЯ КИСНЮ.....	33
ВИСНОВКИ.....	36
СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	37

## ВСТУП

Найважливішим розділом спортивної медицини є функціональна діагностика і, зокрема, тестування функціональної готовності, фізичної працездатності й інших характеристик функціонального стану організму спортсменів. Це відноситься як до спорту, так і до масової фізичної культури.

Загальні й специфічні адаптаційні можливості організму спортсмена перевіряються за допомогою функціональних проб, що виконуються як у лабораторних умовах (кабінет функціональної діагностики), так і безпосередньо, під час тренувань у спортивних залах та на стадіонах. За результатами тестування можна визначити функціональний стан організму в цілому, його адаптаційні можливості на даний момент.

Проведення функціональних проб є доцільним на кожному етапі тренувального макроциклу. Так, наприклад, для спостереження за динамікою тренуваності відповідні проби здійснюються *на початку і наприкінці підготовчого й у середині змагального періоду*. Вони можуть використовуватися також і для спостереження за поточним функціональним станом організму в тижневому мікроциклі або під час тренувального заняття.

У спортивній медицині все ширше починає впроваджуватися інструментальна медична техніка, яка дозволяє надійно реєструвати адаптивні реакції організму спортсмена на різні несприятливі впливи (фізичне навантаження, зміна положення тіла в просторі та інш.). Тому виникає необхідність підготовки студента медичного або фізкультурного ВНЗ, а також лікаря з питань спортивно-медичного тестування. Саме це і є завданням цих методичних рекомендацій, що підготовлені в Україні вперше, в яких розглядаються найбільш інформативні тестуючі процедури. При описі кожного тесту наводяться дані з теоретичних основ функціональної проби, техніці її проведення та оцінці результатів тестування.

Методичні рекомендації адресовані лікарям, фізіологам, тренерам, а також студентам медичних та фізкультурних ВНЗ.

## КЛАСИФІКАЦІЯ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПРОБ

Розрізняють такі види впливів, використовувани при тестуванні спортсменів:

1. Фізичне навантаження (проба 20 присідань за 30 с, тест Руф'є, Гарвардський степ-тест, тест Наваккі, тест Купера, велоергометрія та' інш.). Ці види м'язової роботи відносяться до неспецифічних форм впливу, за винятком велоспорту і бігу на середні та довгі дистанції.
2. Зміна положення тіла в просторі – ортостатична і кліностатична проби.
3. Дозоване напруження – здійснюється за допомогою манометра, у який досліджуваній виконує видих.
4. Зміна газового складу вдихуваного повітря.
5. Введення медикаментозних засобів – використовується з метою диференційної діагностики між нормою і патологією.

### I. ФІЗИЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ

#### Проба 20 присідань за 30 с

Через 1,5-2 хв. після накладення манжети тонометра на ліву руку починається підрахунок пульсу в положенні обстежуваного сидячи (в спокої). Пульс вимірюють безупинно по 10 секундних відрізках до його стабілізації і триразового повторення однієї і тієї ж частоти. Після цього вимірюють АТ. Потім досліджуваному пропонують, не знімаючи манжети тонометра, протягом 30 с провести 20 присідань з випрямленням рук уперед. Темп можна задавати метрономом. Відразу після присідань досліджуваній сідає, включають секундомір і протягом перших 10-ти секунд підраховують пульс, а за час, що залишився до закінчення першої хвилини відновлюваного періоду (50 с), вимірюють АТ. З початку другої хвилини відновлювального періоду по 10-ти секундних відрізках визначають частоту пульсу до триразового повторення початкової частоти. На закінчення проби вимірюють АТ. У таблиці 1 наведений протокол проведення функціональної проби 20 присідань за 30 сек.

#### Протокол проведення функціональної проби 20 присідань за 30 сек

Дата дослідження		20.09.2004			
До навантаження	Дихання	16 за 1 хв.			
	Пульс	12,12,12			
	Тиск	120/80			
Після навантаження	Пульс	10"	20	16	12
		20"	-	15	12
		30"	-	14	
		40"	-	13	
		50"	-	13	
		60"	-	12	
	Дихання				
	Тиск	140/60			125/75
Характер пульсу		Ритмічний			
Аускультация	стоячи	Тони чисті			
	лежачи				

Критерієм оцінки проби є збудливість пульсу, характер реакції АТ на навантаження і час відновлення пульсу до початкової величини.

**Збудливість пульсу** - це частішання пульсу після навантаження стосовно початкового, виражене в %, у нормі складає 60-80%.

**Характер реакції АТ на навантаження** виражається одним з п'яти можливих типів.

1. *Нормотонічний тип*, поряд з частішанням пульсу (60-80%), характеризується виразним підвищенням систолічного тиску (не більше, ніж на 50% від початкового); діастолічний тиск не змінюється або злегка знижується, пульсовий тиск збільшується. Він зустрічається у здорових фізкультурників і спортсменів.
2. *Гіпертонічний тип* – характеризується більш вираженим, ніж при нормотонічному типі частішанням пульсу, різким підвищенням систолічного АТ (більш, ніж на 60-80% від початкового), діастолічний АТ не змінюється або підвищується. У таких спортсменів відзначається уповільнене відновлення пульсу до початкового рівня. Гіпертонічний тип реакції зв'язують з явищами перетомі або перетренованості.

3. *Гіпотонічний тип* реакції характеризується значним частішанням пульсу (збудливість більше 100%), систолічний АТ слабко, або зовсім не підвищується, пульсовий тиск знижується. Час відновлення пульсу і АТ уповільнені. Така реакція супроводжується зниженням скорочувальної функції міокарда.
4. *Дистонічний тип* реакції характеризується появою феномена «безкінечного тону», коли у зв'язку з порушенням нервової регуляції, в результаті підвищеної лабільності тону судин, спостерігається значне падіння діастолічного тиску (до нуля) і значне підвищення систолічного. Систолічний АТ може, в залежності від навантаження, підвищуватися до 180-200 мм рт.ст. і більше. Феномен «безкінечного тону» може розцінюватися як нормальне явище, якщо діастолічний АТ повертається до початкових величин на 1<sup>а</sup> - 3<sup>а</sup> хв. відновлення, якщо більш тривалий час, то це несприятлива ознака, яка свідчить про астенизацію організму (перевтома, перетренування).
5. *Ступінчатий тип* реакції характеризується тим, що систолічний АТ безпосередньо після навантаження нижчий, ніж на 2-й або 3-й хвилині відновлювального періоду. Даний тип реакції є несприятливим. Він свідчить про інерційність скорочувальної функції серця і спостерігається при наявності патологічних змін у міокарді.

Час відновлення пульсу до початкової величини після 20 присідань у здорових осіб не перевищує 3-х хвилин.

#### Тест Руф'є

У положенні сидячи після 5-хвилинного відпочинку вимірюють частоту пульсу ( $P_1$ ). Потім досліджуваний робить 30 глибоких присідань протягом 30 секунд. Безпосередньо за цим вимірюють пульс у положенні стоячи ( $P_2$ ), а потім через 1хв. у положенні сидячи ( $P_3$ ). Розрахунки роблять по формулі:

$$i = \frac{(P_1 + P_2 + P_3) - 200}{10}$$

#### Оцінка тесту Руф'є

більше 15	незадовільно
11-15	задовільно
6-10	посередньо
0-5	добра
менше 0	відмінна

#### Гарвардський степ-тест

Загальна ідея тесту полягає у вивченні відновлюваних процесів (динаміки ЧСС) після припинення дозованої м'язової роботи. Перевагою тесту є його методична простота і доступність, використання відносно дозованого фізичного навантаження (встановити точну потужність навантаження важко), можливість кількісного вираження результатів дослідження.

Для проведення тесту необхідна така апаратура: сходинки різної висоти, секундомір, метроном.

*Методика проведення тесту.* Фізичне навантаження задається у вигляді сходження на сходинку. Висота сходинки і час виконання м'язової роботи залежать від статі, віку та фізичного розвитку досліджуваного (табл. 2). Під час тестування досліджуваному пропонується робити підйоми на сходинку в заданому темпі - з частотою 30 разів у 1 хв. Темп рухів задається метрономом, частоту якого встановлюють на 120 уд/хв. Підйом і спуск складаються з чотирьох рухів, кожному з яких буде відповідати один удар метронома: 1 - досліджуваний ставить на сходинку одну ногу, 2 - ставить на сходинку другу ногу, 3 - ставить назад на підлогу ногу, з якої почав сходження, 4 - ставить на підлогу другу ногу.

У положенні стоячи на сходинці ноги прямі, тулуб повинен знаходитися в строго вертикальному положенні. При підйомі й спуску руки виконують звичайні для ходьби рухи. Під час виконання тесту можна кілька разів перемінити ногу, з якої починається підйом.

Перед проведенням Гарвардського степ-тесту досліджуваного варто ознайомити з технікою виконання фізичного навантаження, надати йому можливість зробити кілька пробних підйомів на сходинку.

У тих випадках, коли досліджуваний припиняє роботу раніше зазначеного в таблиці часу, фіксується той час, протягом якого виконувалася робота. Якщо через втому досліджуваний не може підтримувати заданий темп протягом 20 с, тест припиняється, а при розрахунку враховується фактичний час виконання навантаження.

Висота сходинки і час сходжень при проведенні Гарвардського степ-тесту

Група обстежених	Висота сходинки, см.	Час сходження, хв.
Чоловіки 18 років і більше	50	5
Жінки 18 років і більше	43	5
Юнаки й підлітки (12-18 років) з поверхнею тіла більше ніж 1,85 м <sup>2</sup>	50	4
Юнаки й підлітки (12-18 років) з поверхнею тіла менше ніж 1,85 м <sup>2</sup>	45	4
Дівчата у віці 12-18 років	40	4
Хлопчики і дівчата 8-12 років	35	3
Хлопчики і дівчатка до 8 років	35	2

Після закінчення фізичного навантаження досліджуваний відпочиває сидячи. Починаючи з другої хвилини у нього 3 рази по 30-секундних відрізках часу підраховується число пульсових ударів: з 60-ої до 90-ої відновлюваного періоду, з 120-ої до 150-ої і з 180-ої до 210-ої секунди. Значення цих трьох підрахунків сумується і збільшується на 2 (переклад ЧСС у 1 хв). Результати тестування виражаються в умовних одиницях у вигляді індексу Гарвардського степ-тесту (ІГСТ). Цю величину розраховують з такого рівняння:

$$ІГСТ = \frac{t \times 100}{(f_1 + f_2 + f_3)} \times 2, \text{ де}$$

- $t$  - фактичний час виконання фізичного навантаження в секундах;
- $f_1, f_2, f_3$  - сума пульсу за перші 30 секунд кожної хвилини (починаючи з другої) відновлюваного періоду;
- величина 100 необхідна для вираження ІГСТ у цілих числах, а цифра 2 - для перекладу суми пульсу за 30-секундні проміжки часу в число серцебиттів за хвилину.

**Оцінка результатів тестування.** Величина ІГСТ характеризує швидкість відновлюваних процесів після досить напруженої м'язової роботи. Чим швидше відновлюється пульс, тим менша величина  $f_1 + f_2 + f_3$ , і, отже, тим вищий індекс Гарвардського степ-тесту.

У таблиці 3 наведена шкала оцінки величин ІГСТ осіб, що не займаються спортом.

Оцінка Гарвардського степ-тесту

ІГСТ	Оцінка
Менше 55	задовільна
55 - 64	нижче середньої
65 - 79	середня
80 - 89	добра
90 і більше	відмінна

У спортсменів значення ІГСТ, як правило, вищі. Особливо високі величини індексу виявляють у представників видів спорту циклічного характеру, що приділяють особливу увагу розвиткові витривалості. Використовувати Гарвардський степ-тест можна для людей, що мають достатню фізичну підготовку. Застосовувати його при обстеженні осіб старшого, а тим більше літнього віку, що займаються масовими формами фізичної культури, недоцільно, оскільки таке тестування викликає значні функціональні порушення.

#### Тест Наваккі

Цей тест досить інформативний і надзвичайно простий. Для його проведення необхідний лише велоергометр. Ідея тесту полягає у визначенні часу, протягом якого досліджуваний здатний виконати навантаження визначеної, залежної від його ваги, витривалості. Таким чином, навантаження строго індивідуалізовані й виражаються у Вт/кг. У цьому тесті досягається визначена уніфікація потужності. Наприклад, для того, щоб виконати навантаження 4 Вт/кг, спортсмен, вага якого 100 кг, повинен педалювати з потужністю 400 Вт (2400 кгм/хв), а спортсмен з вагою 50 кг - з потужністю всього 200 Вт.

На рис. 1 показана процедура тестування: початкове навантаження, що дорівнює 1 Вт/кг за кожні 2 хв. збільшується на 1 Вт/кг, поки досліджуваний відмовиться виконувати навантаження. У момент відмови, споживання кисню близько або дорівнює МСК, також досягає максимальних значень ЧСС.

У таблиці 4 наведені дані про оцінку результатів тестування, що, власне кажучи, характеризують загальну фізичну працездатність. За ними можна спостерігати і функціональну готовність спортсменів.

Проба придатна для дослідження як тих, що займаються, так і для тих, які не займаються фізкультурою й спортом. Вона може бути використана у лікувальній фізичній культурі для реабілітації після

захворювань і травм. В останньому випадку починати пробу потрібно з навантаження 1/4 вт/кг. Тест дає непогані результати при доборі в юнацькому віці для занять спортом.

При динамічних спостереженнях за тим самим спортсменом необхідно чітко реєструвати час відмови від роботи на даній сходинці навантаження. Тоді збільшення або зменшення часу роботи можна пов'язувати зі станом функціональної готовності спортсмена.

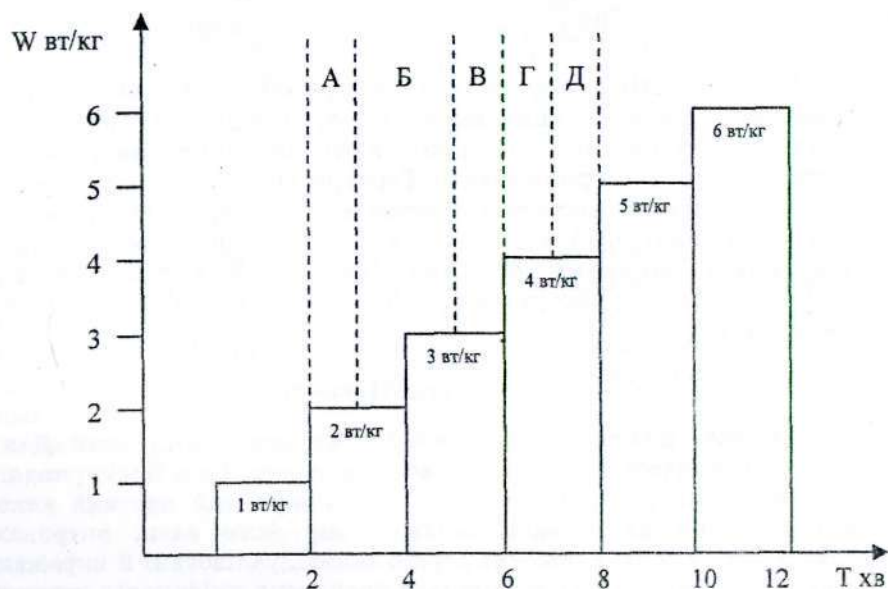


Рис 1. Тест Наваккі

Таблиця 4

Оцінка результатів тесту Наваккі

Потужність навантаження (вт/кг)	Час роботи на кожній сходинці (хв)	Оцінка результатів тестування
2	2	Низька працездатність осіб, що не займаються спортом (А)
3	1	Задовільна працездатність осіб, що не займаються спортом (Б)
3	2	Нормальна працездатність осіб, що не займаються спортом (В)
4	1	Задовільна працездатність у спортсменів (Г)
4	2	Хороша працездатність у спортсменів (Д)
5	1 - 2	Висока працездатність у спортсменів
6	1	Дуже висока працездатність у спортсменів

Тест Купера

Проба запропонована американським лікарем К.Купером. Ідея її полягає у визначенні тієї максимально можливої дистанції, що досліджуваний може пробігти (або пройти) протягом 12 хв. Це значення часу обране на підставі емпіричних даних.

Тест Купера виконується на стадіоні або будь-якій точно обмірюваній доріжці, по якій можливий легкоатлетичний біг. Перед початком тестування досліджувані попередньо розминаються, а потім з індивідуального або загального старту по команді починають біг, намагаючись підтримувати найбільшу для себе швидкість (при втомі дозволяється переходити на ходьбу, чергувати ходьбу з бігом).

Після закінчення 12 хв. дається команда до закінчення бігу і визначається пройдена дистанція, величина якої служить мірою виконаної м'язової роботи, тобто характеризує фізичну підготовленість людини. Чим більша пройдена за 12 хв. відстань або (що теж саме) кількість виконаної м'язової роботи, тим вища фізична підготовленість. Результати тестування оцінюються по спеціальній таблиці, у якій враховується вплив таких факторів, як стать і вік (табл. 5).

Таблиця 5

## Оцінка результатів (км) 12 – хвилинного тесту Купера

Фізична підготовленість	Вік, років			
	до 30	30-39	40-49	50 і більше
<b>Чоловіки</b>				
Дуже погана	1,5 і менше	1,4 і менше	1,2 і менше	1,1 і менше
Погана	1,6-1,9	1,5-1,84	1,3-1,6	1,2-1,5
Задовільна	2,0-2,4	1,85-2,24	1,7-2,1	1,6-1,9
Добра	2,5-2,7	2,25-2,64	2,2-2,4	2,0-2,4
Відмінна	2,8 і більше	2,65 і більше	2,5 і більше	2,5 і більше
<b>Жінки</b>				
Дуже погана	1,4 і менше	1,2 і менше	1,1 і менше	0,9 і менше
Погана	1,5-1,84	1,3-1,6	1,2-1,4	1,0-1,3
Задовільна	1,85-2,15	1,7-1,9	1,5-1,84	1,4-1,6
Добра	2,16-2,64	2,0-2,4	1,85-2,3	1,7-2,15
Відмінна	2,65 і більше	2,5 і більше	2,4 і більше	2,2 і більше

Купер запропонував ще один спосіб визначення фізичної підготовки – за допомогою так званого півторамильного тесту. Він полягає у визначенні часу проходження дистанції в 1,5 милі (2414м). Переваги його в порівнянні з 12-хвилинним тестом носять організаційний характер – досліджувані закінчують біг у одній і тій же фінішній лінії, що спрощує методику тестування (насамперед великих груп досліджуваних).

Таблиця 6

## Оцінка результатів (хв) 1,5-мильного тесту Купера у чоловіків

Фізична підготовленість	Вік, років			
	до 30	30-39	40-49	50 і більше
Дуже погана	16,30 і більше	17,30 і більше	18,30 і більше	19,00 і більше
Погана	16,30-14,31	17,30-15,31	18,30-16,31	19,00-17,01
Задовільна	14,30-12,01	15,30-13,01	16,30-14,01	17,00-14,31
Добра	12,00-10,16	13,00-11,01	14,00-11,31	14,30-12,01
Відмінна	10,15 і менше	11,00 і менше	11,30 і менше	12,00 і менше

Тест Купера вимагає виконання дуже важкого фізичного навантаження, що дозволяє віднести його до групи максимальних тестів і тому його можна використовувати лише для осіб, що пройшли попередню фізичну підготовку. При обстеженні тих, хто самостійно займається оздоровчим бігом (хворих нейроциркуляторною дистонією, гіпертонічною хворобою 1 стадії) навіть при цілком задовільних результатах визначення фізичної підготовленості по тесту Купера, відзначалися несприятливі зміни електрокардіографічних показників безпосередньо під час тестування.

Між результатами 12-хвилинного тесту і величинами МСК відзначається прямо пропорційна залежність (коефіцієнт кореляції 0,897), що дозволяє використовувати цей тест для непрямого визначення аеробної продуктивності людини. Однак така можливість може бути реалізована лише у випадку виконання тесту з максимальною напругою сил. Саме тому для одержання достовірних результатів (як і при будь-якому іншому максимальному тесті) велике значення має такий фактор, як психологічна мотивація.

К. Купер запропонував використовувати 12-хвилинний тест для фізичної оцінки працездатності осіб, що пройшли попередню (як мінімум 1,5 - місячну) підготовку по спеціальній програмі початківців, що займаються оздоровчим бігом, військовослужбовців, студентів, школярів, спортсменів.

Визначення фізичної працездатності по тесту PWC<sub>170</sub>

Функціональну пробу, засновану на визначенні м'язового навантаження, при якій ЧСС підвищується до 170 уд/хв, позначають як пробу Sjöstrand або як тест PWC<sub>170</sub> (від перших букв англійського позначення терміна "фізична працездатність" – Physical Working Capacity).

Визначення фізичної працездатності за допомогою тесту PWC<sub>170</sub> базується на двох відомих з фізіології м'язової діяльності фактах:

1. Частішання серцебиття при м'язовій роботі прямо пропорційне її інтенсивності (потужності);
2. Ступінь частішання серцебиття в будь-якому фізичному навантаженні зворотно пропорційна здатності досліджуваного виконувати м'язову роботу даної інтенсивності (потужності), тобто фізичній працездатності.

З цього випливає, що ЧСС при м'язовій роботі може бути використана як надійний критерій фізичної працездатності людини.

Є два шляхи визначення фізичної працездатності по реакції пульсу на фізичне навантаження:

- а) За допомогою оцінки ЧСС при виконанні стандартної м'язової роботи;
- б) За допомогою перебування величини потужності того навантаження, при якій ЧСС збільшується до деякого стандартного рівня.



Другий спосіб більш обґрунтований, тому що він розроблений на основі визначення фізичної працездатності по тесту  $PWC_{170}$ . У відношенні вибору ЧСС, рівної 170 уд/хв, то це визначається тим, що при даній частоті ще зберігається оптимальне функціонування серцево-судинної системи. Іншими словами, при ЧСС до 170 уд/хв є пряма лінійна залежність між потужністю виконуваної м'язової роботи і ЧСС, а утворення аденозинтрифосфornoї кислоти йде за рахунок аеробного окислення. При більш високій ЧСС лінійний характер цього взаємозв'язку порушується внаслідок активізації анаеробних (гліколітичних) механізмів енергетичного забезпечення м'язової роботи.

У практиці застосовують два варіанти тесту  $PWC_{170}$ : тест, у якому навантаження виконується у вигляді сходження на сходинку, – степ-тест і велоергометрія.

#### Методика визначення $PWC_{170}$ при застосуванні степ-тесту

Частіше застосовується висота сходинки, рівна половині довжини ноги досліджуваного. Тому краще мати набір тумбочок різної висоти (15, 30, 40 см. і т.д.).

Потужність виконуваної роботи ( $W$ ) можна визначити за такою формулою або за допомогою таблиці 7.

$$W \text{ (кгм/хв)} = 1,33 \cdot p \cdot h \cdot n, \text{ де: [1]}$$

- 1,33 - коефіцієнт, що враховує величину роботи при спуску зі сходинки;
- $p$  - маса обстежуваного (кг);
- $h$  - висота сходинки (м);
- $n$  - число сходжень.

Припустимо, що маса обстежуваного дорівнює 75 кг, а висота сходинки 40 см. Яким повинен бути темп сходження, щоб навантаження дорівнювало 1000 кгм/хв? Підставивши у формулу [1] відповідні цифри, одержимо:

$$1000 \text{ кгм/хв} = 1,33 \times 0,4 \times 75 \times X \text{ (циклів у 1 хв),}$$

$$X = \frac{1000}{1,33 \times 0,4 \times 75} = 25 \text{ (циклів в 1 хв)}$$

Оскільки один цикл складається з чотирьох кроків, 25 циклів відповідають темпові метронома, рівному 100 уд. за 1 хв. Отриманий результат фізичної працездатності в кгм/хв для вираження у ватах (вт), необхідно розділити на 6, оскільки 1 вт = 6 кгм/хв.

Підібравши оптимальну висоту сходинки, пробу проводять у такій послідовності:

1. По табл. 7 знаходять індивідуальне число підйомів на сходинку в залежності від її висоти, маси обстежуваного і наміченої потужності першого навантаження;
2. Накладення електродів електрокардіографа для реєстрації пульсу наприкінці кожного навантаження (по інтервалу R-R - ЕКГ);
3. Виконання першого навантаження ( $W_1$ ) у темпі сходження один цикл за дві секунди протягом 5 хв. Запис ЕКГ для визначення пульсу ( $f_1$ ) в останні 30 с п'ятої хвилини навантаження;
4. Відпочинок у положенні сидячи – 3 хв;
5. Виконання другого навантаження ( $W_2$ ) протягом 5 хв. (по табл. 7 визначається число сходжень і висота сходинки.) Темп – той самий. Запис ЕКГ аналогічний запису після першого навантаження;
6. Визначення  $PWC_{170}$  графічним або математичним методом.

Визначення  $PWC_{170}$  графічним методом здійснюється в такий спосіб: потужність двох послідовно виконаних навантажень відкладається на осі абсцис, а відповідні їм ЧСС – по осі ординат. На перетинанні цих величин знаходимо дві точки, через які проводимо лінію до перетинання з частотою пульсу 170 уд/хв. Із знайденої третьої точки опускаємо перпендикуляр на вісь абсцис, що і визначає потужність роботи при пульсі 170 уд/хв, тобто  $PWC_{170}$  (рис. 2).

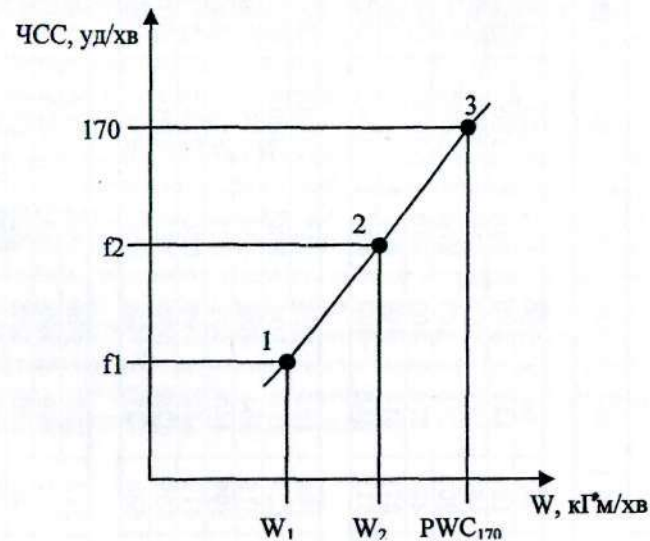


Рис.2. Графічний спосіб визначення  $PWC_{170}$ , де:  $f_1, f_2$  – ЧСС після першого і другого навантаження;  $W_1, W_2$  – потужність першого і другого навантажень.

Визначення потужності виконаної роботи (у кгм/хв) при степ-тесті в залежності від маси досліджуваного, висоти сходінки і числа сходжень

Число сход. у хв	Вага тіла, кг												
	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
15 см													
10	80	90	100	110	120	129	140	150	160	169	180	190	200
15	120	135	150	165	180	195	210	225	239	254	270	284	299
20	160	179	200	219	239	260	279	300	319	340	359	379	399
25	200	224	249	274	300	324	349	374	399	424	449	474	499
30	239	270	300	330	360	390	420	450	479	509	539	568	598
35	279	314	349	384	419	454	488	524	559	593	629	663	698
40	319	358	399	439	479	519	559	598	638	696	718	758	798
30 см													
10	160	182	200	217	239	257	279	297	319	341	359	379	399
15	239	270	300	330	360	389	419	450	479	509	539	568	598
20	319	364	399	434	479	514	558	594	559	683	718	758	798
25	399	449	492	601	578	647	698	747	798	847	900	948	998
30	479	539	599	660	720	778	839	899	958	1018	1078	1137	1197
35	559	628	698	767	838	904	975	1046	1117	1188	1259	1327	1396
40	638	727	798	869	976	1028	1117	1188	1277	1365	1436	1560	1596
40 см													
10	213	239	266	292	319	346	372	399	426	452	479	505	532
15	319	359	399	439	479	519	559	598	638	678	718	758	798
20	426	479	532	585	638	692	745	798	851	904	958	1011	1064
25	532	598	665	732	798	864	931	998	1064	1130	1197	1264	1330
30	638	718	798	878	958	1037	1117	1197	1277	1357	1436	1516	1596
35	745	838	931	1024	1117	1210	1303	1396	1490	1583	1676	1769	1862
40	851	958	1064	1170	1277	1383	1490	1596	1702	1809	1915	2022	2128

Методика визначення  $PWC_{170}$  при застосуванні на велоергометрі

Досліджуваному пропонується послідовно виконати два навантаження помірної інтенсивності (наприклад, 500 і 1000 кгм/хв) з частотою обертання педалей 60-80 об/хв, розділені трихвилинним інтервалом відпочинку. Кожне навантаження продовжується 5 хв, наприкінці його протягом 30 с визначається ЧСС аускультативним методом (стетофонендоскопом) або реєструється (для тих же цілей) ЕКГ.

Найбільш раціонально розрахунки  $PWC_{170}$  вести не графічним способом (рис.2), а шляхом підстановки значень ЧСС і потужності роботи у формулу, запропоновану В.Л.Карпманом із співавт. у 1974 році:

$$PWC_{170} = W_1 + (W_2 - W_1) \frac{170 - f_1}{f_2 - f_1}$$

Це рівняння дозволяє легко знайти величину  $PWC_{170}$ , якщо відомі потужність першого ( $W_1$ ) і другого ( $W_2$ ) навантажень і ЧСС наприкінці першого ( $f_1$ ) і другого ( $f_2$ ) навантажень.

Визначення фізичної працездатності шляхом розрахунку  $PWC_{170}$  дає надійні результати лише при виконанні деяких умов. У тому випадку, коли різниця між першим і другим навантаженнями невелика, точність визначення  $PWC_{170}$  знижується. Головним чином це відбувається у зв'язку з тим, що система регулювання апарату кровообігу не здатна точно диференціювати навантаження, що мало відрізняються за потужністю. Тому при проведенні тесту  $PWC_{170}$  потужність другого навантаження повинна істотно відрізнитися від потужності першого навантаження. Рекомендуються такі значення навантажень, що забезпечують надійне визначення  $PWC_{170}$  (табл. 8, 9).

За допомогою цих таблиць нескладно вибрати потужність навантажень, що задаються. Критерієм того, що вони підібрані правильно, може служити ЧСС наприкінці навантажень. Тахікардія наприкінці першого навантаження повинна досягати 100-120 уд/хв, а наприкінці другого навантаження – 160-170 уд/хв.

Тест  $PWC_{170}$  характеризується достатньою методологічною коректністю. Важливим достоїнством проби  $PWC_{170}$  є те, що в процесі тестування спостерігається суб'єктивне відношення випробовуваного до дослідження.

Потужність 1-го навантаження  $W_1$  (кгм/хв), яка рекомендується для визначення  $PWC_{170}$  у спортсменів з різною масою тіла, що розвивають різні фізичні якості (В.Л.Карпман із співавт., 1983; доповнено Є.Л.Михалюк 2004)

Групи видів спорту	Маса тіла, кг						
	50-59	60-64	65-69	70-74	75-79	80-84	св. 85
Швидкісно-силові і складно-координаційні	400	400	500	500	500	600	600
Ігрові і єдиноборства	400	400	500	600	700	800	800
На витривалість	540	600	700	800	900	900	1000

Ми, на підставі багатьох досліджень, рекомендуємо розширити першу градацію по масі тіла й почати її з 50 кг. Потужність 1-го навантаження по групах видів спорту, призначати відповідно 400, 400 і 540 кгм/хв. Крім цього, нами запропоновано при наявності даних ЧСС у спортсменів в стані спокою у межах від 60 до 55 уд./хв, перше навантаження підвищувати на 120-180 кгм/хв, а якщо ЧСС складає 54-48 уд./хв, то потужність підвищувати відповідно на 180-240 кгм/хв.

Таблиця 9

Потужність 2-го навантаження ( $W_2$ ), що рекомендується для визначення  $PWC_{170}$

Потужність 1-го навантаження ( $W_1$ )	Потужність 2-го навантаження ( $W_2$ ), кгм/хв			
	ЧСС при $W_1$ , уд./хв			
	90-99	100-109	110-119	120-129
300	1000	850	700	600
400	1200	1000	800	700
500	1400	1200	1000	850
600	1600	1400	1200	1000
700	1800	1600	1400	1200
800	1900	1700	1500	1300
900	2000	1800	1600	1400

## Оцінка й інтерпретація результатів проби

Накопичений матеріал по вивченню фізичної працездатності у спортсменів різних спеціалізацій вимагає подальшого осмислення, оскільки в оцінці отриманих результатів є різні судження у спортивних лікарів і тренерів.

Багато тренерів, які особливо працюють зі спортсменами циклічних видів спорту з переважним розвитком якості витривалості, прагнуть усіма доступними способами підвищити фізичну працездатність своїх підопічних. Досить часто подібне прагнення приводить до збільшення показників фізичної працездатності, але не приносить успіху в змаганнях. Це пов'язане з тим, що у погоні за підвищенням якості витривалості губляться швидкісні якості спортсменів, які і визначають перемогу в престижних змаганнях.

Фізичну працездатність оцінюють, аналізуючи індивідуальну динаміку  $PWC_{170}$  і порівнюючи цю величину з нормальними значеннями  $PWC_{170}$  для тієї або іншої категорії людей. Очевидно, що чим більше  $PWC_{170}$ , тим більшу механічну роботу може виконати людина при оптимальному функціонуванні кровообігу. Отже, чим більше  $PWC_{170}$ , тим вища фізична працездатність.

Рівень фізичної працездатності по тесту  $PWC_{170}$  визначається, насамперед продуктивністю кардіореспіраторної системи. Чим ефективніша робота апарату кровообігу, тим ширше функціональні можливості вегетативних систем організму, тим більша величина  $PWC_{170}$ .

Істотний вплив на цю величину мають особливості фізичного розвитку. Абсолютні значення  $PWC_{170}$  знаходяться в прямій залежності від розмірів тіла. Тому для нівелювання індивідуальних розходжень у масі визначають відносні величини  $PWC_{170}$ , розраховані на 1 кг маси тіла. Надалі інтерпретації, отриманих нами даних, будуть засновані на відносних величинах  $PWC_{170}$ , тобто  $PWC_{170/кг}$ .

Індивідуальні коливання величин  $PWC_{170}$  також визначаються статтю, віком, спадковістю, станом здоров'я, рівнем фізичної активності та інш.

У здорових молодих чоловіків (середній вік  $23,9 \pm 6,1$  років), що не займаються спортом, величини  $PWC_{170}$  у середньому складають  $1001 \pm 136$  кгм/хв, а  $PWC_{170/кг}$  -  $14,4 \pm 2,7$  кгм/хв/кг. У жінок (середній вік  $24,1 \pm 2,6$  років) - відповідно  $640 \pm 105$  кгм/хв і  $10,2 \pm 1,6$  кгм/хв/кг. Наводяться результати статистичної обробки фізичної працездатності осіб, що не займаються спортом (В.Л.Карпман із співавт., 1988) на рівні  $X \pm \delta$ .

Існує думка про те, що фізична працездатність по тесту  $PWC_{170}$  у більшості спортсменів перевищує аналогічний показник осіб, що не займаються спортом. При цьому вказується, що є залежність величини фізичної працездатності від спрямованості тренувального процесу на розвиток тих або інших якостей, а саме: сили, швидкості, витривалості, чи їхніх сполучень, наприклад, швидкості й сили, або спритності й сили і т.д.

Нами проаналізовані власні дослідження фізичної працездатності спортсменів високого класу (більше 1500 чол.).

Величини  $PWC_{170/кг}$  у легкоатлетів-метальників, що розвивають якості швидкості та сили рівня МС-МСМК і I розряд – КМС у чоловіків нижче, ніж в осіб, що не займаються спортом. У жінок аналогічних груп кваліфікації, величини  $PWC_{170/кг}$  приблизно однакові із середніми величинами, отриманими в жінок, що не займаються спортом. Це можна пояснити насамперед тим, що легкоатлетичними метаннями займаються особи, що мають велику масу тіла (у нашому випадку в чоловіків вона склала в середньому  $115,0 \pm 7,8$ , у жінок  $85,6 \pm 5,9$  кг у групі МС-МСМК, а в групі I розряд – КМС, відповідно  $100,1 \pm 3,2$  і  $81,8 \pm 2,4$  кг). Практично відсутність розходжень серед середніх величин  $PWC_{170/кг}$  у представників швидкісно-силових видів спорту (легкоатлетів-метальників) і осіб, що не займаються спортом, може бути пояснене також і тим, що спортсмени високого класу більшу частину часу тренувальних занять приділяють удосконаленню техніки швидкісних і силових якостей, тоді, як загальній витривалості надають незначну увагу, та й то лише на початку підготовчого періоду.

Певний інтерес мають дані фізичної працездатності спортсменів, що займаються ігровими видами спорту, які при ациклічній роботі перемінної потужності розвивають такі якості, як спритність, швидкість і силу (гандбол, баскетбол, футбол, міні-футбол), а також спритність і швидкість (волейбол).

У спортивних іграх вимоги, що пред'являються до вегетативних систем організму і, як наслідок, ступінь зміни їх функціонального стану, неоднакові. У зв'язку з цим істотні відмінності визначаються і в рівні фізичної працездатності спортсменів. Найбільші середні величини  $PWC_{170/кг}$  у чоловіків були виявлені у представників міні-футболу. Далі йдуть футболісти рівня КМС-МС, за ними гандболісти і баскетболісти рівня МС. Найменші величини виявлені у волейболістів рівня I розряд-КМС.

Серед жінок, найбільші величини  $PWC_{170/кг}$  були у гандболісток рівня МС, баскетболісток рівня МС-ЗМС і гандболісток рівня МСМК-ЗМС. Найменші величини виявлені у волейболісток, баскетболісток і гандболісток рівня I розряд-КМС, відповідно та футболісток I-го розряду.

Не менш цікаві дані фізичної працездатності спортсменів, у тренувальному процесі яких, переважає циклічна робота з розвитком якостей швидкості й витривалості (біг на 800-1500 м, плавання 200-400 м, індивідуальні гонки у велоспорті, веслування академічне на 2000 м і на байдарках 500-1000 м). Крім того, дані спортсменів, у тренуванні яких присутня робота великої потужності з розвитком якості витривалості (тріатлон, підводне плавання і морське багатоборство).

Витривалість організму при тривалій роботі циклічного характеру безпосередньо визначається його аеробною працездатністю, яка забезпечується узгодженою роботою, головним чином, систем кровообігу і дихання. Тому в спортсменів, що спеціалізуються у видах спорту на швидкість і витривалість, а також переважно на витривалість, особливо виражені зміни у функціонуванні кардіореспіраторної системи.

Серед обстеженої групи спортсменів найбільші величини  $PWC_{170/кг}$  серед чоловіків зафіксовані у представників тріатлону, трохи нижчі у бігунів на середні й довгі дистанції, далі у велосипедистів і плавців. Нижче розташувалися представники морського багатоборства, академічного веслування, підводного плавання і веслування на байдарці. Серед жінок найбільші величини відносної фізичної працездатності виявлені у представників легкої атлетики – бігунок на середні й довгі дистанції, значно нижче у велосипедисток, плавчиць і представниць морського багатоборства. Найменші величини  $PWC_{170/кг}$  були у представниць академічного веслування і підводного плавання.

#### Статеві відмінності фізичної працездатності

Відомості про те, що у жінок на 20-30% менша фізична працездатність, ніж у чоловіків, засновані на дослідженнях, проведених В.Л.Карпманом із співавт. (1974), І.В. Ауліком (1979) та ін., у спортсменів. Указані автори при формуванні груп порівняння не завжди враховували вік, кваліфікацію, а також конкретний вид спорту, тобто в порівнювані групи об'єднували, наприклад, ковзанярів з лижниками і веслярами, що не завжди коректно. Крім того, ними проводилися порівняння серед абсолютних величин фізичної працездатності, хоча правильніше, з нашої точки зору, проводити порівняння серед середніх величин фізичної працездатності, віднесених до 1 кг маси тіла, тобто серед  $PWC_{170/кг}$ .

На великому статистичному матеріалі, при дотриманні всіх вимог, нами показано, що у спортсменів, які розвивають швидкісно-силові якості (легкоатлети-метальники кваліфікації МС-МСМК) не було статевих відмінностей у величинах  $PWC_{170/кг}$ , хоча абсолютні величини у них розрізнялися вірогідно. У групі метальників рівня I

розряд-КМС відмінності вже були достовірні ( $p < 0,01$ ) і у жінок середні величини  $PWC_{170/кг}$  були на 9,4% менші, ніж у чоловіків. У спортсменів, що розвивають якості спритності, швидкості і сили (гандбол, баскетбол, футбол), а також спритності й швидкості (волейбол), відзначається таке. При порівнянні відносних величин фізичної працездатності не було достовірних відмінностей у гандболістів рівня МС, у гандболістів рівня МСМК – МСМК-ЗМС, у баскетболістів рівня МС – МС-ЗМС, а також у волейболістів рівня 1 розряд-КМС. Статистично достовірні відмінності були виявлені нами у гандболістів та баскетболістів рівня 1 розряд-КМС і футболістів, проте при цьому деякі спортсмени в порівнюваних групах значно різнилися за віком або за спортивною кваліфікацією, як у випадку з футболістами.

В цілому по групі спортсменів ігрових видів спорту, відмінності серед величин  $PWC_{170/кг}$  у чоловіків і жінок, склали в середньому 8,33%.

Статистично достовірні відмінності серед показників  $PWC_{170/кг}$  у чоловіків і жінок виявлені нами у представників видів спорту, що розвивають якості швидкості й витривалості, а також тільки витривалості. Так, у бігунів на середні й довгі дистанції рівня КМС-МС відмінності склали 11,73% ( $p < 0,05$ ), у представників морського багатоборства – 18,57% ( $p < 0,05$ ), у веслярів академічного веслування – 25,94% ( $p < 0,01$ ), у плавців рівня МС-МСМК – 29,71% ( $p < 0,01$ ) і найбільші відмінності виявлені у велосипедистів кваліфікації I розряд-КМС – 33,81% ( $p < 0,001$ ). Тобто, відмінності по групах вказаних видів спорту склали від 11,73 до 33,81% (в середньому 22,68%). Таким чином, говорити про статеі відмінності серед показників відносної фізичної працездатності можна тільки за наявності строго однорідних груп, що враховують вік, спортивну кваліфікацію і конкретний вид спорту. При цьому ступінь відмінностей залежатиме від частки участі аеробних механізмів забезпечення м'язової роботи, тобто у спортсменів, що розвивають якості швидкості й витривалості, а також тільки витривалості, статеі відмінності будуть більші, ніж у спортсменів, що розвивають якості сили й швидкості.

#### Фізична працездатність і спортивна кваліфікація

Оскільки фізична працездатність у більшості спортсменів вища, ніж у осіб, що не займаються спортом, можна припустити, що чим вища кваліфікація спортсмена, тим більшою повинна бути його величина  $PWC_{170}$ .

Для з'ясування впливу спортивної кваліфікації на фізичну працездатність по  $PWC_{170}$  нами були сформовані однорідні групи легкоатлетів-метальників за віком, стажем тренувань, довжині та площі поверхні тіла, але що розрізняються по кваліфікації.

Аналіз показав, що фізична працездатність у представників виду спорту, що розвивають швидкісно-силові якості, достовірно не відрізняється серед спортсменів II-III розряду і МС-МСМК.

Нами були проведені дослідження, в яких вивчався вплив спортивної кваліфікації від 1 розряду до МС або МС-МСМК у представників ігрових видів спорту (баскетбол, гандбол, волейбол, міні-футбол і футбол) на величини відносної фізичної працездатності. Так, у баскетболістів-чоловіків, що мають кваліфікацію КМС середні величини  $PWC_{170/кг}$  були на 4,22% менші, ніж у МС ( $p > 0,05$ ). У жінок-баскетболісток рівня 1 розряд-КМС, даний показник був на 13,33% менший, ніж у МС ( $p < 0,01$ ).

У гандболістів подібне порівняння показало, відповідно, у чоловіків – 5,62% ( $p > 0,05$ ), а у жінок – 10,66% ( $p < 0,01$ ). У волейболісток 1 розряду середня величина  $PWC_{170/кг}$  була на 8,79% менша, ніж у майстрів спорту ( $p > 0,05$ ). У представників міні-футболу різниця у спортсменів рівня 1 розряд-КМС і МС-ЗМС серед величин  $PWC_{170/кг}$  була незначною і склала 0,14% ( $p > 0,05$ ), зате у представників «великого» футболу була достовірною, і склала 8,38% ( $p < 0,01$ ).

Таким чином, у представників ігрових видів спорту різниця серед величин  $PWC_{170/кг}$  між спортсменами 1 розряду і МС-МСМК, за нашими даними, складає в середньому 7,3%.

Подібні порівняння проведені у плавців, окремо у спринтерів (50-100 м) і середньовиків (200-400 м) чоловіків і жінок, показали відсутність достовірних відмінностей серед величин  $PWC_{170/кг}$  у плавців, що мають кваліфікацію КМС і МС, і ця різниця знаходилася в межах 3,33 – 7,07% (в середньому 5,27%).

Дані, отримані В.Л.Карпманом із співавт. (1974) при дослідженні спортсменів різних спеціалізацій свідчать, що тільки у спортсменів, що розвивають якість витривалості (ковзанярський спорт, веслування, біг на середні й довгі дистанції) різниця у величинах  $PWC_{170}$  від I розряду до майстра спорту носить достовірний характер. Іншими словами, оскільки у видах спорту, розвиваючих якість витривалості, фізична працездатність по тесту  $PWC_{170}$  є ведучою, тому існує достовірний зв'язок між  $PWC_{170}$  і спортивною кваліфікацією. У видах же спорту, де на тлі середніх величин фізичної працездатності виявляється більше технічна сторона підготовки спортсмена, наприклад, кидок м'яча по воротах у гандболі, атакуючий удар у волейболі, прийом у боротьбі та інш., тобто його майстерність, залежність між фізичною працездатністю і кваліфікацією спортсмена носить недостовірний характер. І, нарешті, у спортсменів швидкісно-силових видів (важкоатлети, метальники та ін.), які мало приділяють уваги вдосконаленню загальної витривалості, простіше кажучи, вона їм "шкодить", фізична працездатність не залежить від спортивної кваліфікації.

## Вплив цілорічного тренування на величину $PWC_{170}$

Найважливішою особливістю функціонального стану організму спортсмена, на відміну від осіб, які не займаються спортом, є закономірна її динаміка в річному циклі підготовки. В той же час, не для всіх видів спорту властиві достовірні зміни серед показників фізичної працездатності. Так, наші спостереження за легкоатлетами-метальниками (Михалюк Є.Л., 1989), що розвивають швидкісно-силові якості, свідчать про те, що як у чоловіків, так і у жінок різної спортивної кваліфікації, фізична працездатність у змагальний період, в порівнянні з підготовчим періодом, не розрізнялася. Подібне ми спостерігали і у спортсменів, що займаються деякими ігровими видами спорту, а саме: гандбол (чоловіки I розряд-КМС), футбол (чоловіки КМС-МС, юнаки I розряд), водне поло (жінки I розряд).

В той же час у гандболістів високого класу (жінки і чоловіки), а також у футболісток відмічені достовірні зміни в річному циклі тренування середніх величин  $PWC_{170/кг}$ . Так, на початку підготовчого періоду у гандболісток основної і дублюючої команд "Мотор-Січ" показники  $PWC_{170/кг}$  склали в середньому  $16,60 \pm 0,86$  і  $16,50 \pm 0,86$  кгм/хв/кг відповідно. До середини змагального періоду досліджувані показники вірогідно збільшилися, відповідно до  $20,13 \pm 0,92$  і  $19,64 \pm 0,85$  кгм/хв/кг. До початку підготовчого періоду наступного сезону показники  $PWC_{170/кг}$  достовірно знизилися у гравців основного складу в середньому до  $17,91 \pm 0,83$ , а у дублерів зниження носило недостовірний характер і склало в середньому  $18,31 \pm 1,13$  кгм/хв/кг. У чоловіків-гандболістів відмічене достовірне збільшення середніх величин  $PWC_{170/кг}$  з початку підготовчого ( $20,14 \pm 1,43$  кгм/хв/кг) до середини змагального періоду ( $24,33 \pm 1,28$  кгм/хв/кг), а до початку наступного підготовчого періоду виявлене достовірне зменшення цього показника в середньому до  $20,02 \pm 1,51$  кгм/хв/кг. У жінок, що займаються футболом, з початку підготовчого до середини змагального періоду, достовірно збільшилася величина  $PWC_{170/кг}$  з  $15,46 \pm 0,73$  до  $18,88 \pm 0,85$  кгм/хв/кг.

Певний інтерес мають зміни показників  $PWC_{170/кг}$  у дворічному тренувальному циклі двох провідних спортсменок. Так, у МСМК Лариси К. "Мотор-Січ" (гандбол, нападаюча), показник  $PWC_{170/кг}$  на початку підготовчого періоду склав  $15,87$  кгм/хв/кг, у середині змагального періоду –  $23,90$  кгм/хв/кг, на початку підготовчого періоду наступного спортивного сезону –  $17,10$  кгм/хв/кг, а на початку змагального періоду –  $20,30$  кгм/хв/кг. В той же час результати ЗМС Валентини Л. "Мотор-Січ" (гандбол, воротар), свідчать про незначні відмінності серед досліджуваних показників, обумовлених в ці ж терміни, відповідно –  $13,20$  –  $14,60$  –  $13,60$  –  $13,87$  кгм/хв/кг.

Таким чином, в цілому по окремих командах і спортсменах, спостерігається деяка закономірність, відповідно якої показники  $PWC_{170/кг}$  збільшуються від підготовчого періоду до змагального і потім знову знижуються до початку наступного підготовчого періоду. У одних спортсменів показники  $PWC_{170/кг}$  у змагальному періоді стосовно до підготовчого не змінюються (як у прикладі з легкоатлетами-метальниками, футболістами рівня КМС-МС, I розряд і ін.), у інших же відзначаються статистично достовірні зміни. Імовірно, це залежить від багатьох причин і, насамперед, від спрямованості тренувального процесу на розвиток фізичних якостей, кваліфікації спортсмена, а в ігрових видах спорту і від амплуа (воротар, нападаючий, тощо).

## II. ЗМІНА ПОЛОЖЕННЯ ТІЛА В ПРОСТОРИ

*Ортостатична проба* дає можливість судити про стан збуджуваності симпатичної іннервації вегетативної нервової системи.

У положенні обстежуваного лежачи підраховують пульс за 10 або 15 с і перераховують його на 1 хв. Реєструють АТ, після чого обстежуваний спокійно встає і у нього підраховують пульс і вимірюють АТ. При різниці в частоті пульсу до 12 за 1 хв. реакція вважається нормальною, 18 і більш – несприятливою.

*Кліностатична проба* полягає у визначенні різниці в частоті пульсу при переході з положення стоячи в положення лежачи, що характеризує стан тонусу парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи. При нормальному тонусі пульс сповільнюється не більше, ніж на 6 уд. за хв.

Для оцінки результатів необхідно мати на увазі, що безпосередня реакція вказує головним чином на чутливість симпатичного (ортостатична проба), або парасимпатичного (кліностатична проба) відділу нервової системи, тоді як відставлена реакція, вимірювана через 3 хв, впливає на його тонуус.

## III. ДОЗОВАНЕ НАТУЖУВАННЯ

Проби з натужуванням становлять великий інтерес для видів спорту, в яких натужування є складником спортивної діяльності, це важка атлетика, легкоатлетичні метання, боротьба, гімнастика і т.д. Натужування істотно впливає на гемодинаміку, оскільки в результаті підвищення внутрішньогрудного тиску, зменшується викид крові з правого шлуночка. Високий внутрішньогрудний тиск зменшує просвіт легеневих капілярів, через які кров з правого шлуночка поступає в ліві відділи серця. Таким чином, натужування зменшує венозний приплив крові до серця і збільшує опір кровотоку в судинах малого кола кровообігу, внаслідок чого зменшується

систоличний об'єм крові (іноді до 15-20 мл). У відповідь на це зменшення компенсаторно зростає ЧСС, завдяки чому зниження хвилинного об'єму кровотоку відзначається не настільки сильно. На цьому комплекс компенсаторних реакцій не закінчується, оскільки все ж таки хвилинний об'єм кровотоку виявляється недостатнім для підтримки необхідного рівня АТ. Збереження нормального рівня АТ досягається звуженням судин великого кола кровообігу. Розглянуті механізми впливу напруження на організм людини були покладені в основу тестів, що застосовують сьогодні.

#### Проба з напруженням по Флеку

Обстежуваному пропонується зробити глибокий вдих з подальшою імітацією видиху для підтримки в манометрі тиску, рівного 40 мм рт. ст. Під час напруження «до відказу» по 5 с. інтервалах фіксується пульс. Реєструється також загальний час, протягом якого обстежуваний в стані виконати пробу.

##### Принципи оцінки:

- *відмінна реакція:* почастищення пульсу за кожні 5 с на 1-2 уд. по відношенню до початкових даних. Тривалість напруження складає 45-55 с. Почастищення пульсу в порівнянні з початковими даними продовжується приблизно протягом 1 хвилини, потім ЧСС стабілізується.
- *хороша реакція:* прискорення пульсу досягає 3-4 уд. за 5 с.
- *задовільна реакція:* прискорення пульсу досягає 5-7 уд. за 5 с.
- *незадовільна реакція:* ще вищий приріст пульсу, тобто більше 7 уд. за 5 с. Задовільна і незадовільна реакція на пробу свідчить про зміни в регуляції серцевої діяльності.

#### Проба з напруженням по Бюргеру

В стані спокою у обстежуваного вимірюється АТ. Потім йому пропонується виконати 10 глибоких вдихів за 20 с, до кінця яких проводиться ще один вимір АТ. Після 10-го вдиху обстежуваний виконує видих в мундштук, підвищуючи тиск в манометрі до 40-60 мм рт. ст., і підтримує діапазон цього тиску протягом 20 с. АТ вимірюється на початку напруження і після його закінчення.

##### Принципи оцінки:

- *нормальний тип реакції* полягає у тому, що максимальний АТ майже не змінюється впродовж всього періоду напруження.
- *другий тип реакції:* АТ збільшується під час напруження і повертається до початкових цифр через 20-30 с після його припинення.
- *третій тип реакції:* (негативна реакція на пробу) виражається в значному падінні АТ під час напруження, що свідчить про

порушення регуляції судинного тону, яке може привести до короткочасної втрати свідомості.

#### Функціональні проби з максимальною затримкою подиху

Дані проби застосовуються для визначення стійкості організму до гіпоксії, рідше – з метою виявлення прихованої коронарної недостатності.

#### Проба Штанге

Полягає в реєстрації тривалості затримки подиху після максимального вдиху. Проба проводиться в положенні сидячи. Іноді до і після затримки подиху реєструється ЕКГ. У дітей проба Штанге може проводитися після 3-х глибоких вдихів.

##### Принципи оцінки:

- |                                    |               |
|------------------------------------|---------------|
|                                    | Норма         |
| ➤ особи, які не займаються спортом | - 40 - 60 с.  |
| ➤ спортсмени                       | - 90 - 120 с. |

#### Проба Генчі

Полягає в реєстрації тривалості затримки подиху після максимального видиху (ніс при цьому затискується пальцями). Для об'єктивізації результатів порівняльного аналізу видих може здійснюватися в спірометр до значень, відповідних ЖЕЛ - 1 л.

##### Принципи оцінки:

- |                                    |              |
|------------------------------------|--------------|
|                                    | Норма        |
| ➤ особи, які не займаються спортом | - 20 - 40 с. |
| ➤ спортсмени                       | - 40 - 60 с. |

При зниженні стійкості організму до гіпоксії тривалість затримки подиху на вдиху і видиху зменшується.

#### IV. ЗМІНА ГАЗОВОГО СКЛАДУ ВДИХУВАНОВОГО ПОВІТРЯ

Зміна газового складу вдихуваного повітря полягає в зменшенні напруги кисню у вдихуваному повітрі (гіпоксемічна проба). Ступінь зменшення напруги кисню дозується лікарем відповідно до мети дослідження. Гіпоксемічні проби в спортивній медицині найчастіше застосовуються для вивчення стійкості до гіпоксії, яка може спостерігатися при проведенні змагань і тренувань в середньогір'ї і високогір'ї.

## V. ВВЕДЕННЯ МЕДИКАМЕНТОЗНИХ ЗАСОБІВ

### Проба з блокаторами $\beta$ -адренорецепторів

Проба з блокаторами  $\beta$ -адренорецепторів (анапрілін, індерал, обзидан) проводиться з метою уточнення природи виявлених раніше ЕКГ-порушень процесу реполяризації (сегмента RS-T і зубця Т) і проведення диференційної діагностики функціональних (нейроциркуляторна дистонія, дисгормональна міокардіодистрофія) і органічних (стенокардія та ін.) захворювань серця.

Дослідження проводиться вранці натще. Після реєстрації початкової ЕКГ, в 12-ти загальноприйнятих відведеннях, пацієнту дають всередину 40-80 мг анапріліну (обзидан, індерал) і записують повторно ЕКГ через 30, 60 і 90 хв. після прийому препарату.

*Принципи оцінки.* При функціональних зворотних змінах міокарду, що супроводжуються змінами кінцевої частини шлуночкового комплексу (сегмента RS-T і зубця Т), прийом  $\beta$ -адреноблокаторів у більшості випадків призводить до часткової або повної нормалізації ЕКГ (позитивна проба).

ЕКГ порушення мають органічну природу, не зазнають істотних змін після прийому препарату (негативна проба). Під впливом блокаторів  $\beta$ -адренорецепторів можливі невелика брадикардія і збільшення тривалості інтервалу P-Q(R). Проведення проби протипоказане пацієнтам з бронхіальною астмою і серцевою недостатністю.

### Проба з хлоридом калію

Застосовується з тією ж метою, що і проба з  $\beta$ -адреноблокаторами. Після запису початкової ЕКГ пацієнту дають всередину KCl (з розрахунку 1г на 10 кг маси тіла), розчиненого в 100 г води, краще томатного соку, через 1-2 години після їжі (щоб уникнути диспепсичних розладів). Повторно ЕКГ реєструють через 30, 60 і 90 хв. після прийому KCl.

*Принципи оцінки.* Часткова, або повна нормалізація раніше змінених сегмента RS-T і зубця Т після прийому препарату (позитивна проба) настає, як правило, при функціональних змінах міокарда. Негативна проба частіше свідчить про органічні процеси у серцевому м'язі.

### Нітрогліцеринова проба

Проводиться в тих випадках, коли зміни на ЕКГ нагадують ішемічні.

Пацієнту дають під язик 2-3 краплі 0,1% спиртного розчину, або, рідше, одну таблетку нітрогліцерину. ЕКГ реєструється до призначення нітрогліцерину, потім послідовно кілька разів з

інтервалом 1-2 хв. протягом 10 хв. після прийому препарату. Проба, звичайно, проводиться вранці натще або через тривалий період після їжі, в горизонтальному положенні досліджуваного.

*Принципи оцінки.* Позитивна динаміка зубця Т і сегмента ST після прийому нітрогліцерину свідчить на користь прихованої коронарної недостатності. Чим більше виражена ця динаміка, тим більші компенсаторні можливості порушеного коронарного кровообігу.

### Проба з блокадою холінергічних рецепторів (атропінова проба)

Проба використовується як диференційно-діагностична для уточнення можливих причин порушення внутрішньосерцевої провідності й серцевого ритму. Атропін поліпшує атріовентрикулярну провідність, знімає ваготонічні реакції і, певною мірою, сприяє розмежуванню функціональних і органічних причин, що лежать в основі тих або інших порушень провідності або серцевого ритму.

ЕКГ реєструється до і через кожні 15 хв. протягом години після підшкірного введення 1 мл 0,1% розчину атропіну.

*Принципи оцінки.* Позитивний результат виражається у поліпшенні провідності (наприклад, укорочення PQ). Відновлення нормальної атріовентрикулярної провідності або зникнення екстрасистол, після введення атропіну, свідчить про переважно функціональний характер наявних порушень; стабільність або погіршення змін, що були до введення атропіну, на ЕКГ більш характерні для органічних захворювань серця.

### ВИЗНАЧЕННЯ МАКСИМАЛЬНОГО СПОЖИВАННЯ КИСНЮ

Максимальне споживання кисню це кількість кисню споживана обстежуваним протягом 1 хв. в умовах, коли подальше збільшення інтенсивності навантаження вже не викликає приросту споживання кисню.

Для його визначення використовують прямі й непрямі методи. Найчастіше обстежуваний виконує ступенеподібне навантаження зростаючої інтенсивності на велоергометрі. На кожному ступені навантаження збирають повітря, що видихується, і проводять його аналіз. Непрямі методи, засновані на існуючій лінійній залежності між потужністю навантаження і ЧСС, або споживанням кисню.

Є такі формули для розрахунку MCK:

$$MCK = 2,2 \times PWC_{170} + 1070 \quad \text{- для спортсменів I розряду і вище;}$$

$$MCK = 1,7 \times PWC_{170} + 1240 \quad \text{- для осіб II - III розряду.}$$



Абсолютні значення МСК не можуть бути використані для порівняння працездатності різних спортсменів, оскільки споживання кисню більшою мірою залежить від маси тіла. Тому, звичайно, застосовується відносне значення споживання кисню, яке одержують шляхом ділення величини МСК на масу тіла (у кг). Середні величини МСК у осіб, що не займаються спортом, наведені в таблиці 10.

Таблиця 10

**Максимальне споживання кисню у осіб,  
що не займаються спортом**

Чоловіки		Жінки	
Вік (років)	МСК, мл/хв/кг	Вік (років)	МСК, мл/хв/кг
20 - 29	44 - 51	20 - 29	35 - 43
30 - 39	40 - 47	30 - 39	34 - 41
40 - 49	36 - 43	40 - 49	32 - 40
50 - 59	32 - 39	50 - 65	29 - 36
60 - 69	27 - 35		

МСК залежить від виду вправ, маси задіяних у рух м'язів і стану організму. В чоловіків, які не займаються спортом, величини МСК знаходяться в межах 30-50 мл/хв/кг, а у жінок – 30-45 мл/хв/кг. У спортсменів величини МСК значно більші. Найвищі показники спостерігаються у лижників, бігунів-стаєрів, велосипедистів, веслярів та інших спортсменів екстракласу, в тренувальному процесі яких розвивається якість витривалості. В них відносне споживання кисню досягає 80 мл/хв/кг і більше. При виконанні ними тренувального або змагального навантаження до роботи залучаються великі м'язові групи, які максимально навантажують систему транспорту кисню.

МСК залежить від генетичних чинників і визначається віком, статтю й статуєю. Хлопчики і дівчатка раннього дитячого віку по МСК не розрізняються. У підлітковому віці цей показник більший у хлопчиків. Найвищий рівень МСК відмічений у дівчат віком 14-16 років і у юнаків 18-20 років.

У дитинстві приріст споживання кисню йде паралельно збільшенню маси і довжини тіла. Зниження МСК у чоловіків починається з 25-30-річного віку і в 65 років зменшується приблизно на одну третину. У жінок величини МСК частіше не змінюються до 50 років, а потім зменшуються в тому ж темпі, що і у чоловіків. На

величини МСК впливають зміни навколишнього середовища (температура, вологість) і відхилення у стані здоров'я.

Фізичні тренування впливають на зростання МСК по-різному. Величину відносного приросту МСК визначають, враховуючи, перш за все, його початковий рівень, режим і спрямованість тренувального процесу на розвиток тих або інших фізичних якостей. Чим вищий початковий рівень МСК, тим нижче його можливий приріст у процесі тренування. В залежності від тренуваних фізичних якостей і режиму тренувань, приріст МСК за середніми даними складає 40%, а за індивідуальними даними – 100%. У спортсменів протягом одного спортивного сезону коливання величин МСК не перевищують 15%.

Визначення МСК має велике значення у спорті і, перш за все, при первинному відборі дітей для занять у видах спорту, розвиваючих якість витривалості. Крім того, цей показник є критерієм ефективності різних методів тренування і дозволяє прогнозувати результати змагань. Всесвітня організація охорони здоров'я рекомендує визначення МСК як один з найнадійніших методів оцінки дієздатності людини.

## ВИСНОВКИ

У сучасному спорті управління тренувальним процесом стає справою все більш складною, що вимагає об'єктивної термінової інформації про фізичну працездатність і підготовленість спортсмена.

Наведені функціональні проби, які застосовуються для обстеження спортсменів, перевірені практикою спортивної медицини і мають достатню інформацію. Проблема фізичної працездатності займає особливе місце у спорті, оскільки будь-яка фізична вправа є проявом працездатності спортсмена. Фізична працездатність відображається у фізичній підготовленості.

В залежності від спрямованості тренувального процесу фізична підготовленість, у більшій чи меншій мірі, впливає на тренуваність спортсмена і через неї – на спортивні результати. Тому необхідно, щоб спортсмени володіли певним рівнем фізичної працездатності відповідно до вибраного виду спорту, що і наведено в даних рекомендаціях.

Абсолютно новим є вибір першого тестувального навантаження на велоергометрі при проведенні тесту  $PWC_{170}$  у спортсменів з брадикардією та з масою тіла менше 55 кг.

Знання класифікації функціональних проб допоможе тренерів та лікарю вирішувати конкретні задачі пов'язані з об'єктивною оцінкою стану функціональної готовності, працездатності спортсмена, вибирати саме ті проби, що потрібні на даному етапі тренувального циклу і які дозволять відповісти на найбільш актуальні питання, що виникають у процесі тренування конкретного спортсмена.

## СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Михалюк Е.Л. Состояние центральной гемодинамики и физической работоспособности у представителей мини-футбола и футбола // Запорожский медицинский журнал. - 2004. - №2. - С. 58-60.
2. Михалюк Е.Л. Половой диморфизм среди показателей центральной гемодинамики и физической работоспособности пловцов высокого класса // Актуальні питання фармацевтичної та медичної науки та практики. - Збірка наукових статей. - Вип. XIII. - Запоріжжя, 2004. - С.142-149.
3. Михалюк Е.Л. Сравнительная оценка функциональных возможностей мужчин и женщин в гандболе // Запорожский медицинский журнал. - 2004. - №3. - С. 57-59.
4. Михалюк Е.Л. Порівняльна оцінка функціональних можливостей чоловіків та жінок у баскетболі // Одеський медичний журнал. - 2004. - №5. - С. 88-91.
5. Патент України №68836 А, МПК А61В 5/00 "Спосіб вибору потужності першого фізичного навантаження на велоергометрі для визначення фізичної працездатності за тестом  $PWC_{170}$  спортсменів високого рівня"/Михалюк Е.Л./Промислова власність. - 2004. - №8 (1). - С.4.15.
6. Патент України №69613 А, МПК А61В 5/00 "Спосіб вибору потужності першого фізичного навантаження на велоергометрі для визначення фізичної працездатності за тестом  $PWC_{170}$  у спортсменів"/Михалюк Е.Л./Промислова власність. - 2004. - №9(1). - С.4.22.