

УДК 613.72+612.766.1

Хорошуха М.Ф., Приймаков О.О., Філіппов М.М.,
Присяжнюк С.І., Коваленченко В.Ф.

СУБМАКСИМАЛЬНИЙ POWER-ЕРГОМЕТРИЧНИЙ ТЕСТ PWC_{170} : ВІД ТЕОРІЇ ДО ПРАКТИКИ

У роботі представлено методологію і методи визначення фізичної працездатності спортсменів в умовах спортивних тренувань за допомогою специфічних навантажень з використанням запатентованого авторами методу power-ергометрії (субмаксимального power-ергометричного тесту PWC_{170}). Показано можливість використання цього методу в практиці спортивної медицини, фізичного виховання, а також в навчальному процесі студентів факультетів фізичного виховання і спорту педагогічних вишів.

Ключові слова: фізична працездатність, power-ергометрія, дослідження, спортсмени, фізкультурники.

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень і публікацій. Фізична працездатність людини, що проявляється в різних формах м'язової діяльності, є важливою складовою фізичного стану, і зокрема, соматичного здоров'я людей різного віку, статі, професійної зайнятості. Визначення її займає важливе місце в практиці спорту, спортивної медицини та фізичної реабілітації [2; 18, 19; 21; 22]. Особливе значення в останні роки отримали методи визначення фізичної працездатності за допомогою субмаксимального тесту PWC_{170} в умовах спортивних тренувань. Застосування функціональних проб, які враховують вплив специфічних для конкретного виду спорту навантажень на адаптивні можливості організму, є необхідною умовою для оптимізації тренувального процесу та оцінки рівня спеціальної підготовленості спортсменів [4].

Однак, якщо для видів спорту циклічного характеру існує відносно великий арсенал функціональних проб зі специфічними навантаженнями в оцінці спеціальної працездатності [4], то для спортсменів ациклічних видів, що переважно розвивають швидкісно-силові якості, до недавнього часу була відома лише одна – проба зі штангою [8]. При цьому відзначимо, що прерогатива в галузі наукових досліджень, що стосуються тестування анаеробно-аеробних можливостей (працездатності) спортсменів в "польових" умовах, належить співробітникам лабораторії спортивної кардіології та кафедри спортивної медицини Російського державного університету фізичної культури, спорту і туризму, якими керував професор В. Л. Карпман. Ним та його учнями розроблено ряд функціональних проб у визначенні фізичної працездатності різних категорій людей з використанням специфічних навантажень циклічного та ациклічного характерів. Серед них знаходимо такі: пробу з використанням бігу (З. Б. Білоцерківський, 1977) і бігу на лижах (З. Б. Білоцерківський, 1980); пробу з плавання (З. Б. Білоцерківський, 1980) і з використанням велосипеда (З. Б. Білоцерківський і В. В. Балашов, 1979); пробу з веслування (В. С. Фарфель, 1974); пробу зі штангою (В. Л. Карпман, 1982) та інші.

У свою чергу, на кафедрі біологічних основ фізичного виховання та спортивних дисциплін НПУ імені М. П. Драгоманова (завідувач кафедри – професор О. О. Приймаков) було запатентовано так названий нами метод power-ергометрії у визначенні фізичної працездатності спортсменів різного віку [патент України № 49417 від 26.04.2010]. Даний метод не має аналогів в країнах близького й далекого зарубіжжя.

Однак, зазначений метод досі не знайшов широкого застосування в практиці спорту та спортивної медицини. Як нам здається, причина цього криється в недостатності інформації літературних джерел з даної проблеми.

Зв'язок роботи з науковими та практичними програмами, темами. Дослідження виконувалося відповідно з тематикою НДР кафедри біологічних основ фізичного виховання і спортивних дисциплін Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова "Медико-біологічні та валеологічні проблеми здоров'я людей з різним фізичним станом".

Мета роботи – проаналізувати та узагальнити дані наших багаторічних наукових досліджень, які стосуються застосування методу power-ергометрії у визначенні фізичної працездатності (PWC_{170}) спортсменів різного віку та осіб, які не займаються спортом.

Завдання дослідження:

1) Систематизувати дані доступних літературних джерел з питань визначення фізичної працездатності спортсменів за допомогою специфічних навантажень, що проводяться в "польових" умовах.

2) Перевірити ефективність зазначеного методу в оцінці анаеробно-аеробної фізичної працездатності силового характеру юних спортсменів.

Методи та організація дослідження:

теоретичні:

– аналіз наукової та науково-методичної літератури з проблем дослідження фізичної працездатності в спорті, спортивній медицині та фізичній реабілітації;

емпіричні:

– педагогічне спостереження;

– педагогічний експеримент: функціональні дослідження (визначення фізичної працездатності за субмаксимальним тестом PWC₁₇₀);

аналітичні:

– методи статистики.

Дослідження проводилися на базі Броварського вищого училища фізичної культури (Київська обл.), загальноосвітніх навчальних закладів (ЗНЗ) м. Бровари та Броварського р-ну, Університету "Україна" (м. Київ) та НПУ імені М. П. Драгоманова. Під багаторічними спостереженнями перебували дорослі і юні спортсмени підліткового віку, та їх однолітки – учні ЗНЗ, які не займалися спортом. Проведено понад 3000 людино-досліджень.

Результати дослідження та їх обговорення. Для вирішення вище зазначених завдань цієї роботи доцільно, на нашу думку, навести короткий опис проведення досліджень за методом power-ергометрії.

Отже, субмаксимальний power-ергометричний тест PWC₁₇₀ (метод power-ергометрії) ґрунтується на використанні специфічних для видів спорту ациклічного характеру (спортивна гімнастика, скелелазіння військове багатоборство тощо) навантажень: підтягування у висі на перекладині хватом долоні від себе з кількісним (в кГм) визначенням реально виконаної механічної роботи за допомогою силового ергометра власної конструкції (р. п. № 980 МОЗ України від 12.10.1989 р.).

Портативний силовий ергометр "СЕ-2" (рис. 1) складається з двох основних частин: датчика переміщення (1), який є оптоелектронним пристроєм, що перетворює величину переміщення людини під час виконання нею підтягувань на перекладині в кількість імпульсів, які відповідають довжині переміщення в лінійних одиницях виміру (см) і електронного лічильника (2), який реєструє висоту підйому обстежуваного. Натягнення тонкого шнура (діаметр 0,8–0,9 мм), який через черевний пояс з'єднує індивіда з приладом, здійснюється крутячим моментом на валу асинхронно загальмованого двигуна, що дозволяє швидко повертати шнур у вихідний стан після кожного здійсненого підйому. Електронна частина ергометра зібрана на мікросхемах, які споживають малий за величиною струм.

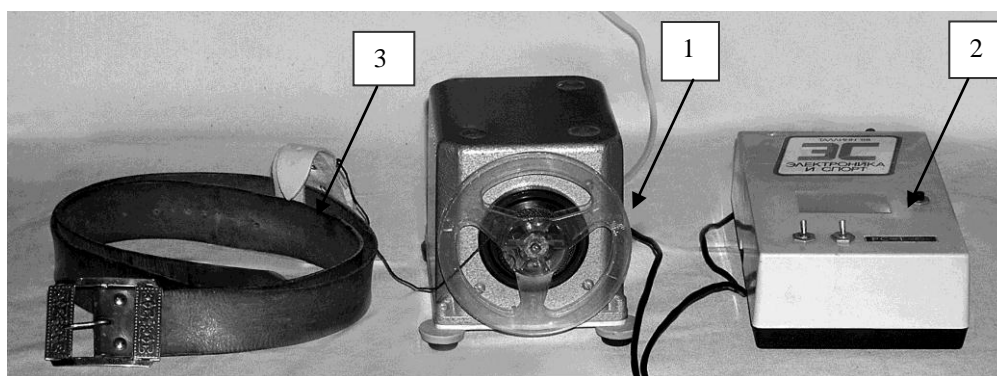


Рис. 1. Загальний вигляд силового ергометра "СЕ-2"

1 – датчик переміщення, 2 – електронний лічильник, 3 – пояс зі шнуром

Прилад працює від автономного джерела напругою 9 В або від електромережі перемінного струму, надійний в роботі і забезпечує відносно велику точність підрахунку висоти підйому.

Примітка. Про характеристику ергометрів, які використовуються в практиці спортивної медицини та фізіології спорту можна дізнатися із табл. 1.

**Диференційна характеристика ергометрів,
які використовуються для визначення фізичної працездатності людей різного віку,
професійної зайнятості та фізичного стану [3, 17]**

Характеристика	Велоергометр	Тредміл	Ручний ергометр	Power-ергометр
Вартість	Середня або висока	Висока	Середня	Низька
Портативність	Висока	Немає	Висока	Висока
Кількість персоналу, який необхідний для обслуговування	1–2	2–3	1–2	1–2
Рівень шуму	Низький або середній	Середній або високий	Низький або середній	Немає
Спеціальні заходи безпеки	Немає	Ремні безпеки	Немає	Немає
Навики, які є необхідними для обслуговування	Потрібні для дітей до 5 років	Низький рівень навиків	Потрібні для дітей до 5 років	Немає
Використання м'язової маси	Невелике	Велике	Невелике	Невелике
Визначення максимального споживання кисню	Занижена оцінка	Досягається	Дуже занижена оцінка	Занижена оцінка
Визначення механічної потужності	Точне	Розрахункове	Точне	Точне
Можливість використання для оцінки фізіологічних показників	Достатньо просто	Не так просто	Достатньо просто	Не так просто
Придатність для анаеробного тестування	Підходить	Не підходить	Підходить	Підходить
Придатність для тестування осіб з порушеннями функцій нижніх кінцівок	Не підходить	Не підходить	Підходить	Підходить

Методика проведення дослідження наводиться в доступній літературі [11, 16]. Вона є відносно простою. Спортсмену пропонувалося виконати фізичну роботу із двох серій навантажень тривалістю 4–5 хвилин з 5-ти хвилинним інтервалом відпочинку між ними. Перше навантаження складалося із 15 вправ, які виконувалися в режимі одне підтягування за 20 с (на підйом і спуск відводилось 3–4 с, на відпочинок, стоячи на підлозі – 16–17 с). Друге навантаження включало 25–30 вправ, які виконувалися в режимі одне підтягування за 10 с (на підйом і спуск – 3–4 с, на відпочинок – 6–7 с). Вправи виконувалися на підвісній перекладині, яка закріплювалася на гімнастичній стінці на різній висоті від підлоги. Потужність першого навантаження становила 0,6–0,8 Вт·кг⁻¹, потужність другого – ~ 1,5 Вт·кг⁻¹. У кінці кожного навантаження (за останні 30 с) реєстрували ЧСС за допомогою одноканального електрокардіографа "Малютка" зі зміненою конструкцією стрічкопротяжного механізму (р. п. № 97 МОЗ України від 04.07.89 р.) в передне-грудному відведенні Неба-Бутченка (швидкість протяжки стрічки становить 5–6 мм·с⁻¹). Тахікардія в кінці першого навантаження становила 100–120 уд·хв⁻¹, в кінці другого – 140–160 уд·хв⁻¹ (різниця в середньому складала 40 уд·хв⁻¹). Робота виконувалася під звуковий метрономом. Обстежуваному пропонувалося підтягуватися до такого положення, щоб його підборіддя було над перекладиною. У разі настання втоми він міг підтягуватися на меншу висоту. Методика передбачає точне визначення реально виконаної обстежуваним зовнішньої механічної роботи в кожній серії навантажень за допомогою силового ергометра.

Механічна робота визначалася за формулою:

$$W = P \times S \times K,$$

де W – робота, виконана за час t (кГм), P – маса тіла (кг), S – висота підйому (показники електронного лічильника ергометра) (м), K – поправочний коефіцієнт, що враховує фізичні витрати ("від'ємна робота"), які пов'язані зі спуском з перекладини. За даними наших досліджень [10] він дорівнює 1,50.

Середня потужність роботи визначалася за формулою:

$$W = W / t,$$

де \dot{W} – потужність роботи ($\text{кГм} \cdot \text{хв}^{-1}$), W – виконана робота (кГм), t – час виконання роботи (хв).

Фізична працездатність (PWC_{170}) розраховувалася за формулою В. Л. Карпмана у співавт. [7].

Разом з цим слід зазначити, що цей метод має певні обмеження при проведенні масових обстежень та самооцінки здоров'я в домашніх умовах. Це пов'язано з тим, що однією з необхідних умов у визначенні величини виконаної механічної роботи є точна реєстрація висоти підйому обстежуваного за показниками електронного лічильника приладу. Інакше кажучи, для проведення тесту, окрім перекладки, потрібно ще мати технічне обладнання – ергометр, технічний опис якого наведено раніше.

З метою усунення цього недоліку нами було впроваджено в практику ергометрії два методичні способи визначення висоти підйому: візикальний і антропометричний.

Візикальний спосіб [12] ґрунтується на визначенні стандартної висоти підйому за допомогою пристрою конструкції В. М. Абалакова (рис. 2).

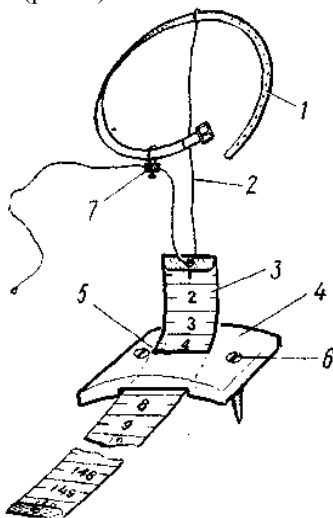


Рис. 2. Пристрій конструкції В. М. Абалакова

1 – черевний пояс, 2 – тонкий шнур, 3 – сантиметрова стрічка,
4 – пластина, 5 – щілина, 6 – болт, 7 – рухомий стискач

Останній застосовується в практиці спорту для реєстрації висоти стрибка вгору. Він представляє собою пружинистий стискач, який кріпиться до підлоги або землі. Через щілину стискача пропускають звичайну сантиметрову стрічку, на верхньому кінці якої є мотузкова петля із ковзким замком, за допомогою якої можна виставляти сантиметрову стрічку на нульову поділку залежно від зросту людини. Результати пробних (двох-трьох) підтягувань визначають на пружинистому стискачу. За даними останніх (пробних підтягувань) знаходимо стандартну висоту одного підтягування.

Через 5 хвилин відпочинку (після виконання пробних вправ) розпочинається основне тестування: обстежуваний береться за перекладину (хватор долоні від себе) на ширині плечей, руки випрямлені. За командою "Можна" (в заданому ритмі звукового метроному), згинаючи руки він підтягується до такого положення, щоб його підборіддя було над перекладиною. Потім повністю випрямляє руки, опускаючись на підлогу (землю), – це відпочинок. Кількість повторень вправ у двох серіях навантажень та відпочинок між ними повністю відповідають методичі проведення rower-ергометрії з використанням ергометра. Результатом тестування є висота підйому (добуток: "стандартної" висоти одного підтягування на кількість безпомилкових підтягувань, м).

Якщо обстежуваний підтягнувся до положення, при якому візуально реєструється незначний, але яскраво виражений кут згинання рук у ліктьових суглобах, йому зараховується одна третина підтягування. Підтягування до положення, за якого голова індивіда досягає рівня перекладки, оцінюється як половина підтягування. Якщо учасник досягає перекладки кінчиком носа, йому зараховується три чверті підтягування. Відповідно, у кожному із трьох варіантів проводиться арифметичний перерахунок висоти підйому.

Загальні вказівки та зауваження:

– не дозволяється розгойдуватися під час підтягування, робити допоміжні рухи ногами;

– тестування припиняється, якщо індивіду не вдається зафіксувати потрібне положення більш як двічі поспіль.

Проведені експериментальні дослідження [16] засвідчують, що між апаратним та візикальним способами визначення висоти підйому, а також фізичної працездатності не існує статистично достовірних відмінностей.

Антропометричний спосіб [13], відповідно, базується на визначенні відстані між певними антропометричними точками, яка є еквівалентом "стандартної" висоти підйому. Такими точками є наступні, що знаходяться на верхній кінцівці: *фалангова (phalangion)* – верхня точка тильного краю основи проксимальної фаланги III пальця – проекція п'ястко-фалангового суглобу (*articulatio metacarpophalangea*), друга – *початок (верхній край)* пахвової ямки (*fossa axillaris*) (рис. 3).

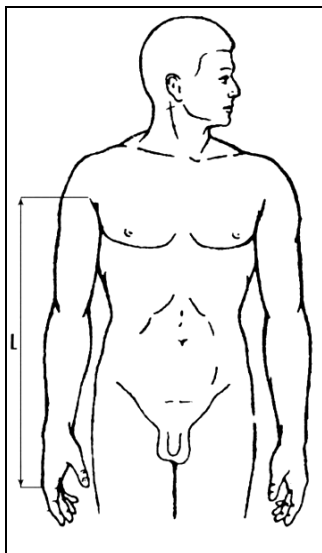


Рис. 3. Відстань (L) між двома антропометричними точками

Більш простим і менш тривалим за часом виконання є модифікований авторами метод power-ергометрії у визначенні фізичної працездатності різної категорії людей. Пропонується виконати лише одне навантаження субмаксимальної потужності, після якого ЧСС досягла б величин 140–160 уд·хв⁻¹, тобто була б близько до 170 уд·хв⁻¹ [14].

Для вибору величини одноразового навантаження можна скористатися вербальними даними обстежуваного щодо можливої максимальної кількості підтягувань ним на перекладині чи даними рівня його силової підготовленості (табл. 2).

Особи, що мають низький рівень підготовленості (один бал за нормативною шкалою державних тестів [6]), не приймають участі в тестуванні. Загальний час роботи становить 4–5 хв. Фізичну працездатність розраховують за формулою Л. І. Абросімової [1].

Таблиця 2

Величина одноразового навантаження (кількість підтягувань), яку рекомендовано для визначення PWC_{170} обстежуваних 1316 років за методом power-ергометрії [14]

Рекомендована кількість підтягувань, рази	Кількість підтягувань та їх оцінка (бали) згідно з нормативами тестів, яку може виконати обстежуваний з його слів			
	13 років	14 років	15 років	16 років
25–30	9–10 (4–5)	10–11 (4–5)	10–12 (4–5)	11–13 (4–5)
20	6–7 (2–3)	6–8 (2–3)	7–9 (2–3)	8–10 (2–3)

Примітка: 5 балів – високий рівень силової підготовленості, 4 – вище за середній, 3 – середній, 2 – нижче за середній.

Оцінка. У юних спортсменів, тренувальний процес яких переважно спрямований на розвиток силових якостей (спортивна гімнастика, скелелазіння, стрибки із жердиною, боротьба тощо), реєструються високі величини PWC_{170} (від 1,0 до 1,6 Вт·кг⁻¹ і більше). У юних спортсменів, які

займаються видами спорту на витривалість (біг на середні дистанції, лижні гонки, велосипедний спорт тощо), а також у здорових нетренованих осіб одного віку, величини відносної потужності становлять 0,6–1,2 Вт·кг⁻¹. У дорослих спортсменів швидкісно-силових видів спорту величини PWC₁₇₀ найвищі (від 1,4 до 2,0 Вт·кг⁻¹ і більше) (табл. 3).

Таблиця 3

Оцінка фізичної працездатності за субмаксимальним power-ергометричним тестом PWC₁₇₀ (Вт·кг⁻¹) дорослих і юних спортсменів видів спорту різної тренувальної спрямованості та нетренованих осіб, які не займаються спортом [17]

Групи обстежуваних	Фізична працездатність				
	низька	нижча за середню	середня	вища за середню	висока
Дорослі спортсмени					
Швидкісно-силові види спорту	£ 1,0	1,1–1,3	1,4–1,6	1,7–1,9	≥ 2,0
Види спорту на витривалість	£ 0,5	0,6–0,8	0,9–1,1	1,2–1,4	≥ 1,5
Юні спортсмени 13–16 років					
Швидкісно-силові види спорту	£ 0,6	0,7–0,9	1,0–1,2	1,3–1,5	≥ 1,6
Види спорту на витривалість	£ 0,2	0,3–0,5	0,6–0,8	0,9–1,1	≥ 1,2
Нетреновані особи 13–16 років*					
Учні ЗНЗ	£ 0,2	0,3–0,5	0,6–0,8	0,9–1,1	≥ 1,2

* Даними фізичної працездатності дорослих, які не займаються спортом, ми не володіємо.

Примітка. Фізична працездатність юних спортсменок за абсолютними показниками PWC₁₇₀ приблизно на 40 %, а за відносними (в перерахунку на 1 кг маси тіла) майже як на 50 % нижче, ніж у їх однолітків-спортсменів [15].

Анаеробно-аеробний субмаксимальний power-ергометричний тест PWC₁₇₀, подібно до відомого анаеробного велоергометричного тесту Вінгейта [20; 23], можуть виконувати здорові діти і підлітки, які мають хорошу фізичну підготовленість. Тоді, як для старших за віком груп людей, враховуючи більш низьку межу допустимого збільшення пульсу під час виконання фізичних навантажень, нами застосовувався тест PWC₁₅₀ – визначення фізичної працездатності у разі досягнення ЧСС 150 уд·хв⁻¹.

Представляється доцільним наведення середньостатистичних значень фізичної працездатності за методом power-ергометрії певної вікової категорії людей (наприклад, підлітків 13–16 років, які займаються різними видами спорту та їх однолітків-неспортсменів). Так, із таблиці 4 знаходимо, що найбільш високі величини PWC₁₇₀ за згаданим методом (в середньому від 7,5 до 7,7 кгм·хв⁻¹·кг⁻¹) мали юні спортсмени, які переважно розвивають швидкісно-силові якості (боксери, борці, легкоатлети: металники диску, штовхачі ядра), тоді як у представників видів спорту на витривалість (лижники, велосипедисти, легкоатлети: бігуни на середні дистанції) реєструються відносно низькі (від 4,3 до 4,8 кгм·хв⁻¹·кг⁻¹) значення.

Як виняток, відносно високі показники фізичної працездатності (8,3 кгм·хв⁻¹·кг⁻¹) мали юні плавці, які згідно класифікації видів спорту за А. Г. Дембо [5], відносяться до групи видів спорту на витривалість. Однак, як свідчать матеріали наших досліджень [17] на результати в тестуванні фізичної працездатності впливає не лише спрямованість тренувального процесу, а й специфіка видів спорту. Відомо, що у плавців великий відсоток навантажень припадає на м'язи верхніх кінцівок і як результат, рівень силових можливостей у них значно перевищує такий, зареєстрований у бігунів та лижників [9].

Учні, які не займаються спортом, подібно до представників видів спорту на витривалість також мають відносно низькі значення фізичної працездатності силового характеру (в середньому 4,6 кгм·хв⁻¹·кг⁻¹).

Цікавими, на нашу думку, можуть також бути дані порівняльного аналізу показників фізичної працездатності юних спортсменів в динаміці, які згідно класифікації видів спорту за А. Г. Дембо (1980), були об'єднані у дві великі групи: групу А – види спорту, що переважно розвивають швидкісно-силові якості та групу Б – види спорту на витривалість.

Таблиця 4

Показники фізичної працездатності за субмаксимальним power-ергометричним тестом PWC_{170} юних спортсменів різної спеціалізації та учнів ЗНЗ, які не займаються спортом

Спортивна спеціалізація	Переважаючий розвиток рухових якостей	(n)	PWC_{170} , $кГм \cdot хв^{-1}$	PWC_{170} , $кГм \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$
Бокс	Швидкість та сила	23	$454,9 \pm 17,65$	$7,6 \pm 0,16$
Вільна боротьба	Швидкість та сила	21	$425,0 \pm 17,65$	$7,6 \pm 0,16$
Легка атлетика (диск, ядро)	Швидкість та сила	24	$521,0 \pm 13,00$	$7,7 \pm 0,16$
Легка атлетика (біг на середні дистанції)	Витривалість	14	$268,9 \pm 11,43$	$4,3 \pm 0,14$
Лижні гонки	Витривалість	12	$295,7 \pm 14,38$	$4,8 \pm 0,11$
Велоспорт	Витривалість	20	$295,9 \pm 8,42$	$4,5 \pm 0,07$
Плавання	Швидкість та витривалість	22	$522,9 \pm 17,10$	$8,3 \pm 0,18$
Учні ЗНЗ	-	23	$285,6 \pm 12,07$	$4,6 \pm 0,13$

Так, динаміка фізичної працездатності спортсменів-підлітків обох груп дозволяє виявити суттєві розбіжності в кількісній характеристиці наведених показників за методом power-ергометрії (PWC_{170}) за даними першого та другого (через рік) періодів обстеження (рис. 4 і 5).

Як і потрібно було б очікувати, у представників групи А відмічається статистично вірогідне збільшення відносних значень PWC_{170} в порівнянні зі спортсменами групи Б ($6,4 \pm 0,08$ $кГм \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$ проти $5,3 \pm 0,14$ $кГм \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$; $t = 6,82$ при $P < 0,001$) та представниками контрольної групи (група К) (відповідно, $6,4 \pm 0,08$ $кГм \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$; $t = 11,76$ при $P < 0,001$). Відзначимо, що достовірність відмінностей спостерігається також між обстежуваними груп Б і К (відповідно у спортсменів видів спорту на витривалість зареєстрований показник становить $5,3 \pm 0,14$ $кГм \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$ проти $4,8 \pm 0,11$ $кГм \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$ у контролі; $t = 2,81$ при $P < 0,01$).

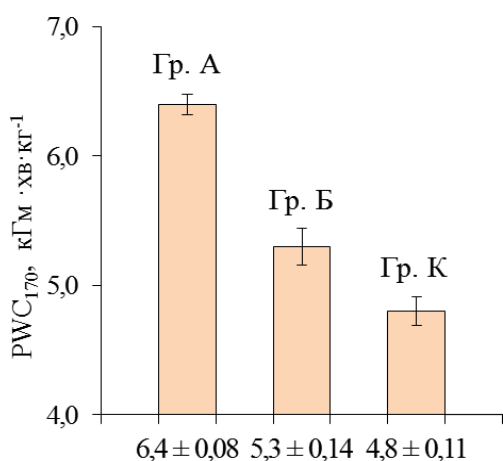


Рис. 4. Показники фізичної працездатності підлітків за методом power-ергометрії на першому періоді обстеження

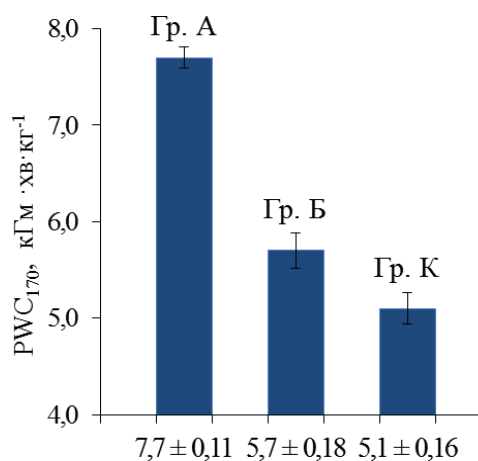


Рис. 5. Показники фізичної працездатності підлітків за методом power-ергометрії на другому періоді обстеження

Повторні (через рік) лонгітюдинальні обстеження (рис. 5) не виявили відмінностей у характері змін показників PWC_{170} , які були зареєстровані у попередніх дослідженнях. У представників видів спорту групи А показники відносних значень фізичної працездатності є достовірно значимими (на 0,1 %-ному рівні статистичної значимості) від аналогічних величин PWC_{170} , що були зареєстровані у спортсменів групи Б ($7,7 \pm 0,01 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ у першому варіанті проти $5,7 \pm 0,18 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ у другому; $t = 9,48$ при $P < 0,001$).

У юних спортсменів видів спорту на витривалість хоча і відмічається достовірний по відношенню до учнів ЗНЗ характер змін зазначених показників, але аналогічні зміни мали місце лише на 0,5 %-ному рівні значимості відмінностей ($5,7 \pm 0,18 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ у спортсменів групи Б проти $5,1 \pm 0,16 \text{ кг} \cdot \text{м} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$ у представників контрольної групи; $t = 2,49$ при $P < 0,05$).

Висновки. Розроблений нами субмаксимальний power-ергометричний тест PWC_{170} (метод power-ергометрії) у визначенні фізичної працездатності силового характеру відноситься до субмаксимальним тестів і не є складним для обстежуваного. Цей метод можна застосовувати в практиці спорту і спортивної медицини з метою визначення анаеробно-аеробної фізичної працездатності спортсменів різного віку, а також у навчальному процесі студентів факультетів фізичного виховання ВНЗ в якості одного з технічних засобів у проведенні практичних занять з дисципліни "Спортивна медицина". Даний метод не має аналогів в країнах близького й далекого зарубіжжя.

Перспективою подальших досліджень має бути широке використання методу power-ергометрії в практиці спорту та спортивної медицини для визначення фізичної працездатності (PWC_{170}) спортсменів різного віку, які переважно розвивають швидкісно-силові та власне силові якості.

Використані джерела

1. Абросимова Л. И. Определение физической работоспособности подростков / Л. И. Абросимова, В. Е. Карасик // Новые исследования по возрастной физиологии №2(9). – М. : Педагогика, 1977. – С. 114–117.
2. Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте : [монография] / И. В. Аулик. – [2-е изд., перераб. и доп.]. – М. : Медицина, 1990. – 192 с.
3. Бар-Ор, О. Здоровье детей и двигательная активность: от физиологических основ до практического применения / О. Бар-Ор, Т. Роуланд ; пер. с англ. И. Андреев. – К. : Олимпийская литература, 2009. – 528 с.
4. Белоцерковский З. Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З. Б. Белоцерковский. – М. : Советский спорт, 2005. – 312 с.
5. Дембо А. Г. Актуальные проблемы современной спортивной медицины / А. Г. Дембо. – М. : Физкультура и спорт, 1980. – 295 с.
6. Державні тести і нормативи оцінки фізичної підготовленості населення України / За ред. М. Д. Зубалія. – [2-е вид., перероб. і доп.]. – К., 1997. – 36 с.
7. Карпман В. Л. PWC_{170} – проба для определения физической работоспособности / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, Б. Г. Любина // Теория и практика физ. культуры, 1969. – № 10. – С. 37–40.
8. Карпман В. Л. Проба для определения физической работоспособности тяжелоатлетов / В. Л. Карпман, В. Л. Орёл, А. Ф. Степанова, А. Ф. Синяков // Тяжёлая атлетика, 1982. – С. 39–41.
9. Платонов В. Н. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и ее практические приложения / В. Н. Платонов. – К. : Олимпийская литература, 2004. – 808 с.
10. Рац. предл. № 491 (Украина). Способ функционального контроля физической работоспособности юных спортсменов при выполнении упражнений силового характера / М. Ф. Хорошуха, М. М. Филиппов; принятое Киевским областным врачебно-физкультурным диспансером 10.01.1989; выдано 6 03.1989.
11. Хорошуха М. Ф. Метод power-ергометрії у визначенні фізичної працездатності юних спортсменів (повідомлення перше) / М. Ф. Хорошуха // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту : наук. монографія за ред. проф. Єрмакова С. С. – Харків : ХДАДМ (ХХІІІ), 2006. – № 11. – С. 113–117.
12. Хорошуха М. Ф. Метод power-ергометрії у визначенні фізичної працездатності в умовах масових обстежень (повідомлення третє) / М. Ф. Хорошуха // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту : наук. монографія за ред. проф. Єрмакова С. С. – Харків : ХДАДМ (ХХІІІ), 2007. – № 3. – С. 140–143.
13. Хорошуха М. Ф. Модифікація методу power-ергометрії у визначенні фізичної працездатності в умовах масових обстежень (повідомлення четверте) / М. Ф. Хорошуха // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту : наукова монографія за ред. проф. Єрмакова С. С. – Харків : ХДАДМ (ХХІІІ), 2008. – № 2. – С. 146–149.

14. Хорошуха М. Ф. Про можливості визначення фізичної працездатності (PWC_{170}) за методом power-ергометрії на основі виконання одного субмаксимального навантаження (повідомлення п'яте) / М. Ф. Хорошуха // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту : наук. монографія за ред. проф. Єрмакова С. С. – Харків : ХДАДМ (XXIII), 2008. – № 5. – С. 147–151.
15. Хорошуха М. Ф. Про можливості використання методу power-ергометрії у визначенні фізичної працездатності юних спортсменок / М. Ф. Хорошуха // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту / науковий журнал. – Харків, ХОВНОКУ-ХДАДМ, 2011. – № 11. – С. 135–138.
16. Хорошуха М. Ф. Визначення фізичної працездатності в умовах спортивних тренувань : [метод. реком. для студ. вищ. навч. закл.] / М. Ф. Хорошуха. – К : Вид-во Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова, 2011. – 31 с.
17. Хорошуха М. Ф. Основи здоров'я юних спортсменів : монографія / Михайло Федорович Хорошуха; Нац. пед. ун-т імені М. П. Драгоманова. – К. : НУБіП України, 2014. – 722 с.
18. Astrand J. Aerobic work capacity in men and women with special reference to age / J. Astrand // Acta Physical. Scand. – 1960. – Vol. suppl. 169. – P. 1 – 92.
19. Astrand P., Textbook of work physiology / J. Astrand, K. Rodahl. – New York: Mc Graw Hill Book Company, 1970. – 669 p.
20. Bar-Or, O. The Wingate Anaerobic Test. An update on methodology, reliability and validity / O. Bar-Or // Sports Med. 4, 1987. – P. 381 – 394.
21. Bile A. Anaerobic exercise components during the force-velocity test in sicle trait / A. Bile, D. Gallais, B. Mercier // Int. J. Sports Med. – 1996. – Vol. 17. – P. 4254–4258.
22. Israel S. Körperliche Leistungsfähigkeit und Gesundheit / S. Israel. // Med. u. Sport. – 1979. – Nr. 6. – S. 267–269.
23. Van Praagh, E. G. Pediatric anaerobic performance / E. G. Van Praagh. Champaign, IL: Human Kinetics, 1998. – P. 1–375.

Khoroshukha M., Priymakov O., Filippov M., Prysyzhnyuk S., Kovalenchenko V.

SUBMAXIMAL POWER-ERGOMETRY TEST PWC_{170} : FROM THEORY TO PRACTICE

In this article methodology and methods for determining the physical performance of athletes were proved. They are base don't he authorial method of power-ergometry (submaximal power-ergometry test PWC_{170}). In the article the description of research which is based on the method is shown.

We also present the differential characteristics of ergometers which are used for determination of physical capacity of people of all ages, professional employment and physical condition.

The research was conducted on the base of Brovary Higher School of Physical Culture (Kyiv region), secondary schools in Brovary city and region, University "Ukraine" (Kyiv), National pedagogical Dragomanov university. Young adults and adolescent athletes and their peers –secondary school students who are not involved in sports took part in long-term observations. The total number of people who were involved in the research was over 3000.

The author of the article gives a formalized assessment chart for the physical performance of adults and young athletes both involved in various sport training and not based on submaximal power-ergometry test PWC_{170} .

This method is totally unique. It can be used in the practice of sports and sport medicine to determine the anaerobic-aerobic physical performance of athletes of all ages, as well as in the educational process of students on the faculties of physical education and sport in pedagogical universities as one of the technical means to conduct practical classes on the subject of "Sport medicine".

Key words: *physical working capacity, power-ergometry, definition, sportsmen, trainers.*

Стаття надійшла до редакції 20.08.2017