

УДК: 613.72+612.766.1

**Михайло Федорович Хорошуха**

доктор педагогічних наук, кандидат медичних наук,  
доцент, приват-професор,  
Київський університет імені Бориса Грінченка,  
вул. Тимошенка, 13-Б, м. Київ, Україна

## ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ (PWC<sub>170</sub>) ЗА МЕТОДОМ POWER-ЕРГОМЕТРІЇ

*Присвячується пам'яті професора Віктора Львовича Карпмана*

Автором статті розглянуто методологію та методи визначення фізичної працездатності спортсменів різного віку і фізичного стану та осіб, які не займаються спортом за допомогою розробленого ним методу power-ергометрії (субмаксимальний power-ергометричний тест PWC<sub>170</sub>).

Метод power-ергометрії ґрунтується на використанні специфічних для ациклічних видів спорту переважно швидко-силової спрямованості (спортивна гімнастика, скелелазіння, військово багатоборство та інше) фізичних навантажень: підтягування у висі на перекладні хватом долоні від себе з кількісним (в кілограмах) визначенням реально виконаної механічної роботи.

Методика проведення ергометричної проби порівняно проста. Випробуваному пропонується послідовно виконати два навантаження тривалістю 4–5 хв, які розділені 5-хвилинним інтервалом відпочинку. Перше навантаження складається з 15 вправ, що виконуються в режимі одне підтягування протягом 20 с (на підйомі і спуск відводиться 3–4 с, на відпочинок, стоячи на підлозі, – 16–17 с). Друге навантаження включає 25–30 вправ, які виконуються в режимі одне підтягування протягом 10 с (на підйомі і спуск відводиться 3–4 с, на відпочинок, стоячи на підлозі, – 6–7 с). Вправи виконуються на навісний перекладні, яка кріпиться на гімнастичній стінці на різній висоті від підлоги. Наприкінці кожного навантаження (протягом 30 с) підраховують частоту серцевих скорочень. Для спортсменів високого класу потужність другого навантаження може становити 50–60 підтягувань протягом 5 хв, тобто 10–12 підтягувань протягом однієї хв.

Висота підйому випробуваного, яка необхідна для розрахунку виконаної ним механічної роботи, визначається двома методами: 1) апаратним (за допомогою power-ергометра) і 2) безапаратним (візикальний і антропометричний способи). Їхній опис наводиться в статті. Фізична працездатність (PWC<sub>170</sub>) розраховується за формулою В. Л. Карпмана (1969).

Наведено формалізовану оцінювальну шкалу (таблиця) фізичної працездатності за методом power-ергометрії дорослих і юних спортсменів підліткового віку з видів спорту різної тренувальної спрямованості й нетренованих осіб. Показано можливість застосування цього методу в практиці спорту, спортивної медицини, фізичного виховання, а також у навчальному процесі студентів факультетів фізичного виховання і спорту педагогічних університетів.

**Ключові слова:** фізична працездатність, метод power-ергометрії, дослідження, спортсмени, фізкультурники.

Визначення фізичної працездатності, як одного зі складників фізичного стану людей різного віку, статі і професійної зайнятості, займає важливе місце в практиці фізичного виховання, спорту, спортивної медицини та фізичної реабілітації (Аулик, 1990; Astrand, Rodahl, 1970; Bile et al., 1996; Israel, 1979). Особливе значення в останні роки набули методи визначення фізичної працездатності за допомогою субмаксимального тесту PWC<sub>170</sub>, що проводяться в умовах спортивних тренувань чи, так званих, «польових умовах». Методика проведення зазначених тестувань у визначенні PWC<sub>170</sub> ґрунтується на використанні специфічних навантажень, що дозволяє оцінити рівень спеціальної працездатності спортсменів (переважно циклічних видів спорту), як одного із критеріїв тренуваності організму (Белоцерковский, 2005). Однак попри наявності неабиякого арсеналу досліджень із вище згаданої проблеми, поза увагою дослідників залишається актуалізоване питання щодо визначення фізичної працездатності спортсменів, які презентують ациклічні види

спорту. Проведення досліджень з означеного питання без сумніву розширить можливості діагностики анаеробно-аеробної працездатності силового характеру як спортсменів, які переважно розвивають швидко-силові якості, так і осіб, які не займаються спортом.

Прерогатива в галузі наукових досліджень, щодо тестування анаеробно-аеробних можливостей (працездатності) спортсменів у «польових» умовах, належить співробітникам лабораторії спортивної кардіології та кафедри спортивної медицини Російського державного університету фізичної культури, спорту й туризму, науковою діяльністю яких керував професор В. Л. Карпман. Ним та його учнями розроблено низку функціональних проб у визначенні фізичної працездатності спортсменів із використанням специфічних навантажень. До них належать такі: проби з використанням бігу (Белоцерковский, 1977) і бігу на лижах (Белоцерковский, 1980); проби з плавання (Белоцерковский, 1980) і з використанням велосипеда (Белоцерковский, Балашов, 1979); проба

з веслування (Фарфель, 1974); проба зі штангою (Карпман, 1982); проба з ходьбою (Ібрагімова, 2005) та інші.

Водночас на кафедрі біологічних основ фізичного виховання та спортивних дисциплін факультету фізичного виховання і спорту національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова було запатентовано так названий метод power-ергометрії (субмаксимальний power-ергометричний тест PWC<sub>170</sub>) у визначенні фізичної працездатності спортсменів різного віку (патент України № 49417 від 26.04.2010). Цей метод не має аналогів у країнах близького й далекого зарубіжжя. Прототипом методу power-ергометрії є проба PWC<sub>170</sub> зі штангою (Карпман і співавт., 1982).

Однак зазначений метод досі не знайшов широкого застосування в практиці фізичного виховання, спорту та спортивної медицини. Вважаємо, що головна причина цього криється в недостатності інформації літературних джерел із окресленої проблеми, хоча можуть бути й інші причини. До вищезазначеного додамо, що за матеріалами багаторічних power-ергометричних досліджень опубліковано понад 20 робіт.

*Мета статті* – проаналізувати та узагальнити результати власних багаторічних наукових досліджень щодо застосування методу power-ергометрії у визначенні фізичної працездатності (PWC<sub>170</sub>) спортсменів різного віку та осіб, які не займаються спортом.

*Методи дослідження:*

*теоретичні* – аналіз наукової та науково-методичної літератури з проблем дослідження фізичної працездатності в спорті, спортивній медицині та фізичній реабілітації, а також узагальнення власних результатів досліджень із зазначеної проблеми.

*емпіричні:*

– педагогічне спостереження;

– педагогічний експеримент: функціональні дослідження (визначення фізичної працездатності за субмаксимальним power-ергометричним тестом PWC<sub>170</sub>);

*аналітичні:*

методи статистики (Лакин, 1980).

Розраховували середнє арифметичне (M), середнє квадратичне відхилення (σ), помилку середніх (m). Вірогідність групових відмінностей між значеннями (P) оцінювали за параметричним t-критерієм Стьюдента. Різницю вважали статистично вірогідною на 5 %-ному рівні значущості (при P<0,05).

Дослідження проводилися на базі Броварського вищого училища фізичної культури (Київська обл.), загальноосвітніх навчальних закладів м. Бровари та Броварського р-ну, Університету «Україна» (м. Київ) та національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Під багаторічними спостереженнями перебували дорослі і юні спортсмени підліткового віку, та їхні однолітки – учні, які не займалися спортом. Проведено понад 3000 обстежень.

Для вирішення вищезазначених завдань доцільно, навести короткий опис проведення досліджень за методом power-ергометрії.

Субмаксимальний power-ергометричний тест PWC<sub>170</sub> (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.

Механічна робота визначається за формулою:

$$A = P \times S \times K, \text{ де}$$

A – 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 результатами досліджень, він дорівнює 1,50.

Середня потужність роботи визначається за формулою:

$$W = A / t, \text{ де}$$

W – потужність роботи (кгм·хв<sup>-1</sup>),

A – виконана робота (кгм),

t – час виконання роботи (хв).

Фізична працездатність (PWC<sub>170</sub>) розраховується за формулою В. Л. Карпмана і співавторів (Карпман, Белоцерковский, Любина, 1969).

Прилад забезпечує порівняно велику точність розрахунку висоти підйому. Працює від автономного джерела напругою 9 В або від електромережі перемінного струму. Надійний у роботі.

Методика проведення power-ергометричних досліджень є порівняно простою. Спортсмену пропонується виконати фізичну роботу із двох серій навантажень тривалістю 4–5 хвилин із 5-ти хвилинним інтервалом відпочинку між ними. Перше навантаження складається із 15 вправ, які виконуються в режимі одне підтягування за 20 с (на підйом і спуск відводиться 3–4 с, на відпочинок, стоячи на підлозі, – 16–17 с). Друге навантаження включає 25–30 вправ, які виконуються в режимі одне підтягування за 10 с (на підйом і спуск – 3–4 с, на відпочинок – 6–7 с). Вправи виконуються на підвісній перекладині, яка закріплюється на гімнастичній стінці на різній висоті від підлоги (Хорошуха, 2006; 2007; 2008; 2011; Хорошуха і співавт., 2017).

Тренованим спортсменам, для яких підтягування є одним із специфічних навантажень (гімнасти, скелелазі, борці та ін.), можна пропонувати 50 (60) підтягувань. У цьому разі одне підтягування здійснюється за 6 (5) с (відповідно, на підйом і спуск відводиться 3–4 (2–3) с, на відпочинок – 2–3 с) (Хорошуха, 2011; Хорошуха і співавт., 2017).

Потужність першого навантаження становить  $0,6-0,8 \text{ Вт}\cdot\text{кг}^{-1}$ , потужність другого –  $\approx 1,5 \text{ Вт}\cdot\text{кг}^{-1}$ . Наприкінці кожного навантаження (за останні 30 с) реєструється частота серцевих скорочень (ЧСС) аускультативним методом (за допомогою фонендоскопа) чи інструментальним (застосовуються електрокардіографи, спорттестери, пульсометри тощо). Такікардія наприкінці першого навантаження становить  $100-120 \text{ уд}\cdot\text{хв}^{-1}$ , наприкінці другого –  $140-160 \text{ уд}\cdot\text{хв}^{-1}$  (різниця в середньому становить  $40 \text{ уд}\cdot\text{хв}^{-1}$ ). Робота виконується під звуковий метрономом.

Спортсмену пропонується підтягуватися до такого положення, щоб його підборіддя було над перекладною. У разі настання втоми він може підтягуватися на меншу висоту.

Однак 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, який немає серійного випуску.

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

*Візикальний спосіб* (Хорошуха, 2007; 2008; 2011; Хорошуха і співавт., 2017) ґрунтується на визначенні стандартної висоти підйому (після виконання двох-трьох пробних підтягувань на перекладні) пристрою конструкції В. М. Абалакова. Останній застосовується в практиці спорту для реєстрації висоти стрибка вгору (рис. 1).

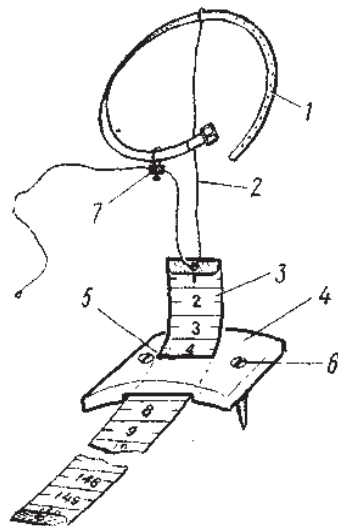


Рис. 1. Пристрій конструкції В. М. Абалакова: 1 – черевний пояс, 2 – тонкий шнур, 3 – сантиметрова стрічка, 4 – пластина, 5 – щілина, 6 – болт, 7 – рухомий стискач.

Через 5 хвилин відпочинку (після виконання пробних вправ) розпочинається основне тестування: обстежуваний береться за перекладину (хвatom 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 перекладною. Потім повністю випрямляє руки, опускаючись на підлогу (землю), – це відпочинок. Кількість повторень вправ у двох серіях навантажень та відпочинок між ними повністю відповідають методиці проведення power-ергометрії з використанням ергометра. Результатом тестування є висота підйому (добуток «стандартної» висоти одного підтягування на кількість безпомилкових підтягувань, м).

Якщо обстежуваний підтягнувся до положення, у якому візуально реєструється незначний, але чітко окреслений 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.

Антропометричний спосіб (Хорошуха, 2008; 2011; Хорошуха і співавт., 2017) відповідно, базується на визначенні відстані між певними антропометричними точками, яка є еквівалентом «стандартної» висоти підйому. Такими точками є такі, що є 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. 2).

Більш простим і менш тривалим за часом виконання є модифікований автором метод power-ергометрії у визначенні фізичної працездатності різної категорії людей. Пропонується виконати лише одне навантаження субмаксимальної потужності, після якого частота серцевих скорочень досягла б величин  $140-160 \text{ уд}\cdot\text{хв}^{-1}$ , тобто була б близько до  $170 \text{ уд}\cdot\text{хв}^{-1}$  (Хорошуха, 2008). Фізичну

працездатність розраховують за формулою Л. І. Абросимової (Абросимова, 1977).

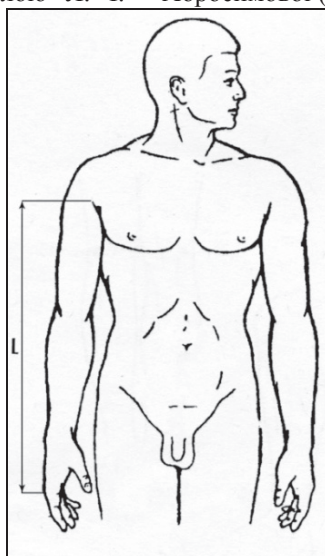


Рис. 2. Відстань (L) між двома антропометричними точками

*Оцінювання.* 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  $Вт \cdot кг^{-1}$  й 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  $Вт \cdot кг^{-1}$ . У дорослих спортсменів швидкісно-силових видів спорту величини  $PWC_{170}$  найвищі (від 1,4 до 2,0  $Вт \cdot кг^{-1}$  й більше) (Хорошуха, 2011).

Фізична працездатність юних спортсменок за абсолютними показниками  $PWC_{170}$  приблизно на 40 %, а за відносними (в перерахунку на 1 кг маси тіла) майже як на 50 % нижче, ніж у їхніх однолітків-спортсменів (Хорошуха, 2011).

У таблиці 1 наведено середньостатистичні значення фізичної працездатності за методом power-

ергометрії підлітків 13–16 років, які займаються різними видами спорту та їхніх однолітків-неспортсменів (Хорошуха і співавт., 2017). Бачимо високі величини  $PWC_{170}$  (в середньому від 7,5 до 7,7  $кгм \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$ ) мають юні спортсмени, які згідно з класифікацією видів спорту за А. Г. Дембо (Дембо, 1980) належать до тієї групи осіб, які переважно розвивають швидкісно-силові якості (боксери, борці, легкоатлети: метальники диску, штовхачі ядра), тоді як у представників видів спорту на витривалість (лижники, велосипедисти, легкоатлети: бігуни на середні дистанції) реєструються порівняно низькі (від 4,3 до 4,8  $кгм \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$ ) значення  $PWC_{170}$ .

Учні, які не займаються спортом, подібно до представників видів спорту на витривалість, також мають порівняно низькі значення фізичної працездатності силового характеру (в середньому 4,6  $кгм \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$ ).

Таблиця 1.

*Показники фізичної працездатності за субмаксимальним power-ергометричним тестом  $PWC_{170}$  юних спортсменів 13–16 років різної спеціалізації та їхніх однолітків – учнів загальноосвітнього освітнього закладу, які не займаються спортом,  $M \pm m$*

№ групи	Спортивна спеціалізація	Переважаючий розвиток рухових якостей	(n)	$PWC_{170}$ , $кгм \cdot хв^{-1}$	$PWC_{170}$ , $кгм \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$
I	Бокс	Швидкість та сила	23	454,9 ± 17,65	7,6 ± 0,16
II	Вільна боротьба	Швидкість та сила	21	425,0 ± 17,65	7,6 ± 0,16
III	Легка атлетика (диск, ядро)	Швидкість та сила	24	521,0 ± 13,00	7,7 ± 0,16
IV	Легка атлетика (біг на середні дистанції)	Витривалість	14	268,9 ± 11,43*	4,3 ± 0,14*
V	Лижні гонки	Витривалість	12	295,7 ± 14,38*	4,8 ± 0,11*

Продовження таблиці 1.

VI	Велоспорт	Витривалість	20	295,9 ± 8,42*	4,5 ± 0,07*
VII	Учні-неспортсмени	–	23	285,6 ± 12,07*	4,6 ± 0,13*

Примітка. \* –  $p \leq 0,05$  щодо груп I–III

Розроблений анаеробно-аеробний субмаксимальний power-ергометричний тест  $PWC_{170}$  (метод power-ергометрії) у визначенні фізичної працездатності силового характеру належить до субмаксимальних тестів і не є складним для обстежуваного.

Цей метод можна застосовувати в практиці фізичного виховання, спорту та спортивної медицини з метою визначення анаеробно-аеробної фізичної працездатності спортсменів різного віку, а також у навчальному процесі студентів факультетів фізичного виховання вищих навчальних закладів як

одного з технічних засобів у проведенні практичних занять із дисципліни «Спортивна медицина». Пропонований метод не має аналогів у країнах близького й далекого зарубіжжя.

Перспективою подальших досліджень має бути використання загально відомого субмаксимального велоергометричного тесту в комплексі з power-ергометричним для визначення аеробної та анаеробно-аеробної (силового характеру) фізичної працездатності ( $PWC_{170}$ ) у практиці фізичного виховання, спорту та спортивної медицини.

## ЛІТЕРАТУРА

Абросимова Л. И. Определение физической работоспособности подростков. *Новые исследования по возрастной физиологии*. № 2(9). М.: Педагогика, 1977. С. 114–117.

Аулик И. В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте: [монография]. М.: Медицина, 1990. – 192 с.

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

Дембо А. Г. Актуальные проблемы современной спортивной медицины. М.: Физкультура и спорт, 1980. 295 с.

Карпман В. Л., З. Б. Белоцерковский, Б. Г. Любина.  $PWC_{170}$  – проба для определения физической работоспособности. *Теория и практика физ. культуры*, 1969. № 10. С. 37–40.

Карпман В. Л., Орёл В. Л., Степанова А. Ф., Синяков А. Ф. Проба для определения физической работоспособности тяжелоатлетов. *Тяжёлая атлетика*, 1982. С. 39–41.

Лакин Г. Ф. Биометрия : [учеб. пособ. для биологич. спец. вузов]. [3-е изд., перераб. и доп.] М.: Высш. школа, 1980. 293 с.

Хорошуха М. Ф. Метод power-ергометрії у визначенні фізичної працездатності юних спортсменів (повідомлення перше). *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.

Хорошуха М. Ф. Метод power-ергометрії у визначенні фізичної працездатності в умовах масових обстежень (повідомлення третє). *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.

Хорошуха М. Ф. Модифікація методу power-ергометрії у визначенні фізичної працездатності в умовах масових обстежень (повідомлення четверте). *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.

Хорошуха М. Ф. Про можливості визначення фізичної працездатності ( $PWC_{170}$ ) за методом power-ергометрії на основі виконання одного субмаксимального навантаження (повідомлення п'яте). *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: наук. монографія за ред. проф. Єрмакова С. С.* Харків: ХДАДМ (ХХІІІ), 2008. № 5. С. 147–151.

Хорошуха М. Ф. Про можливості використання методу power-ергометрії у визначенні фізичної працездатності юних спортсменок. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту / науковий журнал*. Харків, ХОВНОКУ-ХДАДМ, 2011. № 11. С. 135–138.

Хорошуха М. Ф., Приймаков О. О., Філіппов М. М. та ін. Субмаксимальний power-ергометричний тест  $PWC_{170}$ : від теорії до практики. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т.Г. Шевченка*. Вип. 147. Т. І. Чернігів: ЧНПУ, 2017. С. 206–214.

Astrand P. Textbook of work physiology. New York: Mc Graw Hill Book Company, 1970. 669 p.

Bile A. D. Le Gallais, B. Mercier, P. Martinez, S. Ahmaidi, Prefaut Anaerobic exercise components during the force-velocity test in sickle cell trait. *Int. J. Sports Med.*, 1996. № 17. P. 4254–4258.

Israel S. Körperliche Leistungsfähigkeit und Gesundheit. *Med. u. Sport*, 1979. № 6. P. 267–269.

## REFERENCES

- Abrosimova, L. I. & Karasik, V. Ie. (1977). *Opređenje fizicheskoj rabotosposobnosti podrostkov* [Determination of the physical efficiency of adolescents of adolescents]. *Novye issledovaniia po vozrastnoi fiziologii – New research on age-specific physiology*, 2(9), (pp. 114–117). Moscow: Pedagogika [in Russian].
- Aulik, I. V. (1990). *Opređenje fizicheskoj rabotosposobnosti v klinike i sporte* [monografija], [2-e izd., pererab. i dop.] [Determination of the physical efficiency in clinic and sport]. Moscow: Medicine [in Russian].
- Bielotserkovskiy, Z. B. (2005). *Ergometricheskie i kardiologicheskie kriterii fizicheskoj rabotosposobnosti u sportsmenov* [Ergometric and cardiological criteria of physical efficiency among athlete]. Moscow: Sovetskii sport [in Russian].
- Dembo, A. G. (1980). *Aktual'nye problemy sovremennoj sportivnoj mediciny* [Actual problems of modern sports medicine]. Moscow: Fizkul'tura i sport [in Russian].
- Karpman, V. L., Bielotserkovskiy, Z. B. & Liubina, B. G. (1969). PWC<sub>170</sub> – proba dlia opredeleniia fizicheskoj rabotosposobnosti [PWC<sub>170</sub> – test for the determination of physical efficiency]. *Teoriia i praktika fiz. Kultury – Theory and practice of physical culture*, 10, 37–40 [in Russian].
- Karpman, V. L., Orel, V. R., Stepanova, S. V. & Siniakov, A. F. (1982). Proba dlia opredeleniia fizicheskoj rabotosposobnosti tiazhelootletov [Test for the determination of physical efficiency among weightlifters]. *Tiazhelaia atletika – Weightlifting*, 39–41 [in Russian].
- Lakin, G. F. (1980). *Biometrija : ucheb. posob. dlia biologich. spec. vuzov* [Biometrics: Textbook]. Moscow: Vysshaja shkola, 293 [in Russian].
- Khoroshukha, M. F. (2006). Metod power-ergometrii' u vyznachenni fizychnoi' pracezdatnosti junyh sportsmeniv (povidomlennja pershe) [Power-ergometry method on determination of the physical efficiency among young athletes]. *Pedagogika, psihologija ta medyko-biologichni problemy fizychnogo vyhovannja i sportu : nauk. monografija za red. prof. Jermakova S. S. – Pedagogics, psychology and medical-biological problems of physical education and sports: scientific monograph edited by the Professor Iermakova S. S.*, 11, 113–117 [in Ukrainian].
- Khoroshukha, M. F. (2007). Metod roweg-ergometrii' u vyznachenni fizychnoi' pracezdatnosti v umovah masovyh obstezhen' (povidomlennja tretje) [Power-ergometry method on determination of the physical efficiency in the conditions of mass examinations.] *Pedagogika, psihologija ta medyko-biologichni problemy fizychnogo vyhovannja i sportu : nauk. monografija za red. prof. Jermakova S. S. – Pedagogics, psychology and medical-biological problems of physical education and sports: scientific monograph edited by the Professor Iermakova S. S.*, 3, 140–143 [in Ukrainian].
- Khoroshukha, M. F. (2008). Modyfikacija metodu power-ergometrii' u vyznachenni fizychnoi' pracezdatnosti v umovah masovyh obstezhen' (povidomlennja chetverte) [Modification of the power-ergometry method on determination of the physical efficiency in the conditions of mass examinations]. *Pedagogika, psihologija ta medyko-biologichni problemy fizychnogo vyhovannja i sportu : naukova monografija za red. prof. Jermakova S. S. – Pedagogics, psychology and medical-biological problems of physical education and sports: scientific monograph edited by the Professor Iermakova S. S.*, 2, 146–149 [in Ukrainian].
- Khoroshukha, M. F. (2008). Pro mozhlyvosti vyznachennja fizychnoi' pracezdatnosti (PWC<sub>170</sub>) za metodom power-ergometrii' na osnovi vykonannja odnogo submaksymal'nogo navantazhennja (povidomlennja p'jate) (2008) [About the possibilities of definition of the physical efficiency (PWC<sub>170</sub>) under the power-ergometry method based on the performing one submaximal load]. *Pedagogika, psihologija ta medyko-biologichni problemy fizychnogo vyhovannja i sportu : nauk. monografija za red. prof. Jermakova S. S. – Pedagogics, psychology and medical-biological problems of physical education and sports: scientific monograph edited by the Professor Iermakova S. S.*, 5, 147–151 [in Ukrainian].
- Khoroshukha, M. F. (2011). Pro mozhlyvosti vykorystannja metodu power-ergometrii' u vyznachenni fizychnoi' pracezdatnosti junyh sportsmenok [About usability of the power – ergometry method in definition of the physical efficiency among young female athletes]. *Pedagogika, psihologija ta medyko-biologichni problemy fizychnogo vyhovannja i sportu / naukovyj zhurnal – Pedagogics, psychology and medical-biological problems of physical education and sports: scientific journal (academic periodical)*, 11, 135–138 [in Ukrainian].
- Khoroshukha, M. F., Prymakov, O. O., Filippov, M. M. et al. (2017). Submaksymalnyj power-ergometrychnyj test PWC<sub>170</sub>: vid teorii do praktyky [Submaximal power-ergometric test PWC<sub>170</sub>: from theory to practice]. *Visnyk Chernigivskogo nacionalnogo pedagogichnogo universytetu imeni T. G. Shevchenka. – The Bulletin of the Chernigov National Pedagogical University named after T. G. Shevchenko*, 147, 1: 206–214 [in Ukrainian].
- Astrand, P. & Rodahl, K. (1970). *Textbook of work physiology*. New York: Mc Graw Hill Book Company [in English].
- Bile A., Le Gallais D., Mercier B., Martinez P., Ahmaidi S., Prefaut C. (1996). Anaerobic exercise components during the force-velocity test in sickle cell trait. *Int. J. Sports Med.*, 17, 4254–4258 [in English].
- Israel S. (1979). Körperliche Leistungsfähigkeit und Gesundheit. *Med. u. Sport*, 6, 267–269 [in German].

**Mykhailo Khoroshukha,**  
Doctor of Pedagogical Sciences, PhD (Candidate of Medical Sciences),  
Associate Professor, Private Professor,  
National Pedagogical University named after M. P. Drahomanov,  
9 Pirohova Str. Kyiv, Ukraine

## THE DEFINITION OF PHYSICAL EFFICIENCY (PWC<sub>170</sub>) ACCORDING TO THE METHOD OF POWER-ERGOMETRY

*It is dedicated to the memory of Viktor Lvovych Karpman*

*The author of the article considers the methodology and methods for determining the physical performance capacity of athletes, representing different age groups as well as being in different physical states, and those who are not engaged in sports, using the method of power-ergometry (submaximal power-ergometry test PWC<sub>170</sub>) developed by him.*

*The method of power-ergometry is based on the use of specific acyclic sports, predominantly speed and strength activity directions (artistic gymnastics, rock craft (rock climbing), military multiathlon (multidiscipline event), etc., with the ones involving muscle loading like: pulling-up in suspension on the crossbar with a straight palm grip being quantitatively measured in kilogrammetre and performing actual mechanical work.*

*The methods of conducting the ergometry test is relatively simple. The test subject is asked to consistently perform two loads of temperate intensity for 4-5 minutes with a 5-minute rest interval in between. The first load consists of 15 exercises performed in the mode of one pull-up for 20 seconds (there is given 3-4 seconds for every ascent and descent, 16-17 seconds – for resting and standing on the floor). The second load includes 25-30 exercises, which are performed in the mode of one pull-up within 10 seconds (there is given 3-4 seconds for every ascent and descent, 6-7 seconds – for resting and standing on the floor). Exercises are performed on a hinged crossbar which is attached to the wall bars (Swedish wall) at different heights from the floor. At the end of each load (within 30 seconds), the heart rate is counted. For high-class athletes, the power of the second load can be 50-60 pull-ups in 5 minutes or 10-12 pull-ups during one minute.*

*The height of pull-ups of the test subject, which is necessary for calculation the mechanical work done by him, is determined by two methods: 1) apparatus (using the power-ergometer) and 2) non-apparatus (physical examination and anthropomorphic (anthropometric) methods). Their description is shown in the article. Physical capacity (PWC<sub>170</sub>) is calculated by the formula of Viktor Lvovych Karpman (1969).*

*The formalized assessment grading scale (table) of physical performance demonstrated by athletes who represent different age groups and have different training areas as well as by non-trained persons is given according to the method of power-ergometry.*

*A possibility of using this method in the sports practice, sports medicine, physical education, as well as in the educational process of students majoring in Physical Education and Sports at pedagogical universities is shown.*

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

*Подано до редакції 14.06.2018 р.*