

Хорошуха Михайло. Визначення фізичної працездатності в спорті: метод power-ергометрії (із багаторічного досвіду автора). Спортивна наука та здоров'я людини / науковий журнал. – Київ, Київський університет імені Бориса Грінченка, 2022. – Випуск № 1 (7). – С. 110 – 127. <https://doi.org/10.28925/2664-2069.2022.19>ISSN 2664-2069 (Online).

УДК 613.72+612.766.1

ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ В СПОРТІ:
МЕТОД POWER-ЕРГОМЕТРІЇ
(ІЗ БАГАТОРІЧНОГО ДОСВІДУ АВТОРА)

Михайло Хорошуха¹ABCDF

¹*Київський університет імені Бориса Грінченка, Київ, Україна*

Внесок автора: А – дизайн дослідження; В–збір даних;С – статистичний аналіз; D–підготовка рукопису;F – остаточне затвердження статті.

Присвячується пам'яті професора Віктора Львовича Карпмана

Анотація

Актуальність. Одним із факторів високоефективної змагальної діяльності спортсменів є досягнення ними високого рівня спеціальної працездатності. Остання (працездатність) визначається за результатами проведення тестувань в умовах спортивної діяльності («польових умовах»), що передбачають використання специфічних навантажень в обраному виді спорту. Існує великий арсенал проб (тестів), що проводяться в згаданих умовах. Одним із таких тестів є запропонований нами метод power-ергометрії (субмаксимальний power-ергометричний тест PWC₁₇₀) у визначенні анаеробно-аеробної працездатності силового характеру. У статті розглянуто результати багаторічних досліджень автора. Даються рекомендації щодо можливостей використання power-ергометрії в практиці спортивної медицини, спорту, «інваспорту», силового фітнесу тощо.

Мета – проаналізувати та узагальнити дані наукових досліджень автора статті, які стосуються застосування методу power-ергометрії у визначенні фізичної працездатності спортсменів.

Матеріал і методи: 1) аналіз наукової та науково-методичної літератури з проблем дослідження фізичної працездатності, 2) педагогічний експеримент: функціональні дослідження (визначення фізичної працездатності за субмаксимальним тестом PWC₁₇₀), 3) педагогічне спостереження за учнівською і студентською молоддю, 4) методи статистики.

Результати: запатентований метод power-ергометрії у визначенні PWC₁₇₀ не має аналогів в країнах близького й далекого зарубіжжя; подібних досліджень в Україні не проводилось; висвітлено інструментальний (апаратний) та безапаратні способи проведення ергометричних досліджень.

Висновки: представлено перспективи використання згаданого методу в практиці спорту, спортивної медицини, а також в навчальному процесі студентів факультетів здоров'я, фізичного виховання та спорту медичних і педагогічних вишів України.

Ключові слова: фізична працездатність, power-ергометрія, дослідження, юні спортсмени, учні, студенти.

Determination of physical performance in sports:

power-ergometry method

(from the author's many years of experience)

Mykhailo Khoroshukha

Boris Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine

Abstract

Introduction. One of the factors of highly effective competitive activity of athletes is their achievement of a high level of special ability to work. The latter (ability to work) is determined by the results of testing in sports activities ("field conditions"), which involve the use of specific loads in the selected sport. There is a large arsenal of samples (tests) conducted in these conditions. One of such tests is our proposed method of power-ergometry (submaximal power-ergometry test PWC₁₇₀) in determining anaerobic-aerobic performance of a forceful nature. The results of multi-year-research by author are considered in the article. Recommendations are

given on the possibilities of using power-ergometry test in the practice of sports medicine, sports, "invasport", strength fitness, etc.

Aim - to analyze and summarize the research data of the author of the article, which relate to the application of the method of power-ergometry in determining the physical performance of athletes.

Material and methods: 1) analysis of scientific and scientific-methodical literature on the problems of physical performance research, 2) pedagogical experiment: functional research (determination of physical performance by submaximal test PWC₁₇₀), 3) pedagogical observation of pupils and students, 4) statistical methods.

Results: the patented method of power-ergometry on determination of PWC₁₇₀ has no analogues in the countries of near and far abroad; no such studies have been conducted in Ukraine; instrumental (hardware) and non-apparatus methods of ergometric research have been considered.

Conclusions: the perspectives of using the mentioned method in the practice of sports, sports medicine, as well as in the educational process of students of the faculties of health, physical education and sports of medical and pedagogical universities of Ukraine have been shown.

Keywords: physical working capacity, power-ergometry, definition, young athletes, pupils, students.

Визначення проблеми. Загальновідомо, що кількісне визначення фізичної працездатності людини, як однієї із складових фізичного стану (зокрема, соматичного здоров'я), займає важливе місце в практиці спорту, спортивної та клінічної медицини, фізичної реабілітації [1, 6, 9, 26, 27, 28, 31 та ін.]. Для визначення фізичної працездатності, аеробної продуктивності та оцінки функціональних резервів організму спортсменів використовується великий арсенал функціональних проб (тестів) в лабораторних умовах, а саме: вело-, тредміл- та степергометрії [10, 14, 34, 35]. Однак, в останні роки особлива увага приділяється питанню використання субмаксимальних тестів у визначенні фізичної працездатності спортсменів за величиною PWC₁₇₀, що

проводяться в умовах спортивних тренувань чи так званих «польових умовах». Як відомо, такі тести ґрунтуються на використанні специфічних для обраних видів спорту навантажень, що дозволяє оцінити рівень спеціальної працездатності спортсменів, як одного із критеріїв тренуваності організму[4].

Аналіз попередніх досліджень. Велика роль у розробці вище згаданих тестів належить В.Л. Карпману, З.Б. Белоцерковському та іншим співробітникам лабораторії спортивної кардіології та кафедри спортивної медицини Російського державного університету фізичної культури, спорту і туризму (табл.1). У свою чергу, аспірантом кафедри спортивної медицини (завідувач – професор І.В. Муравов) Київського державного інституту фізичної культури Михайлом Хорошухою вперше (у 80-90-х роках) було розроблено, а пізніше (у 2000-х) запатентовано метод power-ергометрії (субмаксимальний power-ергометричний тест PWC_{170}) у визначенні фізичної працездатності людей різного віку, статі та професійної зайнятості (здорових спортсменів і осіб, які не займаються спортом, – *патент України № 49417 від 26.04.2010 р.* та спортсменів з вадами опорно-рухового апарату – *патент України № 47969 від 25.02.2010 р.*). Згаданий метод пройшов апробацію в Броварському вищому училищі фізичної культури [за 20 років роботи у цьому закладі автором статті (в минулому лікарем зі спортивної медицини) проведено понад 3 тисяч людино-досліджень у визначенні PWC_{170} юних спортсменів]. Метод power-ергометрії не має аналогів в країнах близького й далекого зарубіжжя.

Таблиця 1

Розробники функціональних проб у визначенні PWC_{170} з використанням специфічних навантажень

Автори	Рік	Функціональні проби
проф. Фарфель В.С. (м. Петербург, м. Москва)	1974	Проба з веслуванням
проф. Васильківський Б.М. (м. Москва)	1975	Проба з бігу на ковзанах
с. н. с. Білоцерківський З.Б. (м. Москва)	1977	Проба з легкоатлетичного бігу
с. н. с. Білоцерківський З.Б.	1979	Проба з їздою на велосипеді

(м. Москва)		
с. н. с. Білоцерківський З. Б. (м. Москва)	1980	Проба з плаванням
с. н. с. Білоцерківський З.Б. (м. Москва)	1980	Проба з бігу на лижах
проф. Карпман В.Л. (м. Москва)	1982	Проба зі штангою
аспірант Хорошуха М.Ф. (м. Бровари, м. Київ)	1983–1990	Метод power-ергометрії
проф. Ібрагімова Т.К. (м. Москва)	2005	Проба з ходьбою

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

Матеріал і методи 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 PWC_{170});

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. Підбагаторічними спостереженнями перебували дорослі і юні спортсмени підліткового віку, та їх однолітки – учні ЗНЗ, які не займалися

спортом. Вище зазначені обстежувані добровільно брали участь в дослідженнях. При проведенні останніх ми дотримувалися директив Європейського товариства 86/609 [32] та законодавства Гельсінської декларації 2013 року [37] щодо участі людей в медико-біологічних дослідженнях. На період обстеження усі індивіди були здорові.

Пояснення предмета, суперечностей проблем і пропозицій для подальших досліджень. На нашу думку, для вирішення вище зазначених завдань цієї роботи доречним може бути опис вимог (правил) щодо проведення досліджень і власне короткий опис самої методики проведення досліджень у визначенні фізичної працездатності спортсменів з використанням специфічних (для обраного виду спорту) навантажень.

Отже, теоретичною підставою для використання проб зі специфічними навантаженнями є наступна закономірність: між ЧСС, з одного боку, та інтенсивністю фізичного навантаження (швидкістю бігу, плавання тощо), з іншого, спостерігаємо лінійну залежність, за умови якої ЧСС не перевищує $170 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$. Визначення швидкості рухів ($\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$) чи потужності роботи ($\text{кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$) у разі досягнення ЧСС $170 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$ (тобто PWC_{170}) здійснюють за формулою В.Л. Карпмана (1969).

Під час виконання проб в «польових умовах» потрібно дотримуватися таких правил:

- пробу виконувати без розминки;
- швидкість на дистанції має бути постійною;
- за тривалістю часу кожне навантаження має бути не меншим 4–5 хв;
- між навантаженнями має бути 5-ти хвилинний відпочинок;
- повторне тестування треба проводити в одних і тих самих умовах.

Визначення ЧСС в умовах тренувань здійснюють двома шляхами: перший шлях – пальпаторним методом протягом перших 6–10 с відновлення; другий – безпосередньо під час виконання фізичного навантаження, використовуючи для цього телеметричні системи («Спорт-4», «Cosmed» тощо).

Приклади проведення деяких проб зі специфічними навантаженнями [4]:

1. *Проба $PWC_{170}(V)$ з використанням бігу*: обстежуваний виконує два забіги: 1-й – біг підтюпцем (кожні 100 м дистанції спортсмен повинен пробігати за 30–40 с), довжина дистанції – 800 м; 2-й – з більшою швидкістю (кожні 100 м дистанції – за 20–30 с), довжина, відповідно, становить 800–1200 м.

2. *Проба $PWC_{170}(V)$ з використанням плавання*: спортсмен здійснює два запливи вільним стилем: 1-й заплив проводиться в повільному темпі (кожні 50 м пропливає приблизно за 50-60 с), довжина дистанції – 200-250 м; 2-й заплив, відповідно, з більшою швидкістю (кожні 50 м дистанції – за 35–50 с), довжина дистанції – 250-350 м.

3. *Проба $PWC_{170}(V)$ з використанням бігу на лижах*: перше навантаження виконується в повільному темпі (кожні 100 м дистанції лижники проходять приблизно за 30-40 с, швидкість рівномірна, довжина дистанції 700-900 м); друге навантаження обстежувані виконують з більшою швидкістю (кожні 100 м дистанції вони проходять приблизно за 15-20 с; довжина дистанції 1100-1600 м).

Окрім, вище зазначених проб, до арсеналу проб з використанням навантажень циклічного характеру відносяться такі: проби з бігу на ковзанах, їзди на велосипеді, з веслуванням, ходьбоютощо, відповідно, ациклічного характеру – проба зі штангою [8] та методpower-ергометрії (табл.1).

Запатентований нами метод power-ергометрії у визначенні фізичної працездатності за величиною PWC_{170} (субмаксимальний power-ергометричний тест PWC_{170})передбачає використання специфічних (чи близьких за біомеханічною структурою) рухів для видів спорту ациклічного характеру (спортивна гімнастика, боротьба, скелелазіння, військове багатоборство тощо) навантажень: підтягування у висі на перекладині хватом зверху(долоні від себе) з кількісним (в кгм) визначенням реально виконаної механічної роботи за допомогою силового ергометра (power-ергометра) власної конструкції (р.п. № 980 МОЗ України від 12.10.1989 р.). Прилад надійний в роботі, забезпечує відносно велику точність підрахунку висоти підйому [19].

У табл. 2 наведено характеристику сучасних ергометрів, які використовуються в практиці спорту та спортивної медицини.

Таблиця 2

Диференційна характеристика ергометрів, які використовуються для визначення фізичної працездатності людей різного віку, професійної зайнятості та фізичного стану [2, 20, 23]

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

Опис методики проведення power-ергометричних досліджень. Як відомо із літературних джерел [19, 21, 23], згадана методика є відносно простою. Обстежуваному пропонується виконати фізичну роботу із двох серій навантажень тривалістю 4–5 хвилин з 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.

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

Примітка. Високо тренованим спортсменам, для яких підтягування є одним із специфічних навантажень (гімнасти, скелелазы, борці та ін.), можна пропонувати 50(60) підтягувань. В такому випадку одне підтягування здійснюється за 6 (5) с (відповідно, на підйом і спуск відводиться 3–4 (2–3) с, на відпочинок – 2–3 с).

Примітка. Спортсмену пропонується підтягуватися до такого положення, щоб його підборіддя було над перекладиною. У разі настання втоми він може підтягуватися на меншу висоту. Остання (висота підйому) з високою точністю (до 1-2 см) реєструється за допомогою електронного лічильника ергометра.

Згадана методика передбачає точне визначення реально виконаної обстежуваним механічної роботи (в кгм) в кожній серії навантажень.

Механічна робота визначається за формулою:

$$W = P \cdot S \cdot K, \text{ де}$$

W – робота, виконана за час t (кгм),

P – маса тіла (кг),

S – висота підйому (показники електронного лічильника ергометра) (м),

К – поправочний коефіцієнт, що враховує фізичні витрати («від’ємна робота»), які пов’язані зі спуском з перекладини. За даними наших досліджень [15] він дорівнює 1,50.

Середня потужність роботи визначається за формулою:

$$\dot{W} = W / t, \text{ де}$$

\dot{W} – потужність роботи (кгм·хв⁻¹),

W – виконана робота (кгм),

t – час виконання роботи (хв).

Фізична працездатність за величиною PWC_{170} розраховується за формулою В.Л. Карпмана (1969):

$$PWC_{170} = \dot{W}_1 + (\dot{W}_2 - \dot{W}_1) \cdot (170 - f_1) / (f_2 - f_1), \text{ де}$$

\dot{W}_1 і \dot{W}_2 – потужності 1-го та 2-го навантажень (кгм·хв⁻¹),

f_1 і f_2 – ЧСС в кінці 1-го та 2-го навантажень (уд·хв⁻¹).

Приклад визначення фізичної працездатності спортсмена за методом power-ергометрії (інструментальний спосіб):

Спортсмен (боксер) 16 років, маса тіла 70 кг. У першій серії навантажень виконав 15 підйомів на перекладині за 5 хв. ЧСС в кінці навантаження дорівнювала 124 уд·хв⁻¹. Сумарна висота підйому (S) становила 12 м.

Величина механічної роботи становить:

$$W = P \cdot S \cdot K = 70 \cdot 12 \cdot 1,50 = 1260 \text{ кгм};$$

потужність роботи складає:

$$\dot{W}_1 = W/t = 1260/5 = 252 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1}.$$

У другій серії навантаження обстежуваний виконав 30 аналогічних вправ при ЧСС 156 уд·хв⁻¹. Сумарна висота підйому (S) становила 23,5 м.

Відповідно, величина механічної роботи у цій серії навантаження становить:

$$W = P \cdot S \cdot K = 70 \cdot 23,5 \cdot 1,50 = 2467,5 \text{ кгм};$$

потужність роботи складає:

$$\dot{W}_2 = W/t = 2467,5/5 = 493,5 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1}.$$

Величину PWC_{170} розраховуємо за згаданою формулою В.Л. Карпмана:

$PWC_{170} = W_1 + (W_2 - W_1) \cdot (170 - f_1) / (f_2 - f_1) = 252 + (493,5 - 252) \cdot (170 - 124) / (156 - 124) = 599 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$, або $8,6 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1} (1,4 \text{ Вт} \cdot \text{кг}^{-1})$.

Оцінка: фізична працездатність юного боксера – вища за середню.

Як уже відмічалось, методика проведення power-ергометричних досліджень у визначенні фізичної працездатності за величиною PWC_{170} є відносно простою, однак, вона має певні обмеження при проведенні масових обстежень та самооцінки здоров'я в «домашніх» умовах. Це пов'язано з тим, що для проведення такого роду досліджень необхідно мати технічне обладнання – ергометр, технічний опис якого наведено у доступній літературі [19, 23 та ін.]. З метою усунення цього «недоліку» нами було впроваджено в практику згаданої ергометрії два методичні способи визначення висоти підйому (S) в процесі виконання фізичних навантажень: візикальний та антропометричний.

Візикальний спосіб [19, 23] ґрунтується на визначенні стандартної висоти підйому за допомогою пристрою конструкції В.М. Абалакова (можливі й інші модифікації), що застосовуються в практиці спорту для реєстрації висоти стрибка спортсмена з місця вгору.

До проведення тестування обстежуваному пропонується зробити два-три пробні підтягування, вимір висоти яких дозволить експериментатору визначити «стандартну» висоту одного підтягування (м). Через 5 хв відпочинку (після виконання пробних вправ) розпочинається основне тестування: обстежуваний береться за перекладину хватом зверху (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, – 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,

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 перекладини, оцінюється як половина підтягування. Якщо індивід досягає перекладини кінчиком носа, йому зараховується три чверті підтягування. Відповідно, у кожному із трьох варіантів проводиться арифметичний перерахунок висоти підйому.

Примітка: 1) не дозволяється розгойдуватися під час підтягування, робити допоміжні рухи ногами; 2) тестування припиняється, якщо особі не вдається зафіксувати потрібне положення більш як двічі поспіль.

Проведені експериментальні дослідження [19] засвідчують, що між інструментальним (апаратним) та візикальним способами визначення висоти підйому, а також значеннями фізичної працездатності за величиною PWC_{170} не існує статистично значущих відмінностей.

Приклад визначення фізичної працездатності індивіда за методом power-ергометрії (візикальний спосіб):

Обстежуваний чоловік 50 років, маса тіла 80 кг, «стандартна» висота підтягування – 0,6 м, практично здоровий (в минулому займався веслуванням). У першій серії навантажень виконав 15 вправ при ЧСС 120 уд/хв. Час роботи становив 5 хв.

Величину механічної роботи та її потужності знаходимо за формулами:

$$W = P \cdot S \cdot K = 80 \cdot (15 \cdot 0,6) \cdot 1,50 = 1080 \text{ кгм.}$$

$$W = W/t = 1080/5 = 216 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1}.$$

У другій серії через втому обстежуваний виконав 28 безпомилкових і 2 підтягування до положення, за якого його голова досягла рівня перекладини (оцінюється як половина підтягування); ЧСС становила 140 уд·хв⁻¹; час роботи – 5 хв.

Визначаємо величину механічної роботи за вищенаведеною формулою:

$$W = P \cdot S \cdot K = 80 \cdot [(28 \cdot 0,6) + (2 \cdot 0,6/2)] \cdot 1,50 = 2088 \text{ кгм.}$$

Аналогічно визначаємо потужність роботи:

$$W = W/t = 2088/5 = 418 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$$

За формулою В.Л. Карпмана (1969) знаходимо величину PWC_{170} :

$$PWC_{170} = 216 + (418 - 216) \cdot (170 - 120) / (140 - 120) = 721 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1}, \text{ або } 9 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1} (1,5 \text{ Вт} \cdot \text{кг}^{-1}).$$

Оцінка: фізична працездатність чоловіка – висока.

Антропометричний спосіб [19, 23], відповідно, базується на визначенні відстані між певними антропометричними точками, яка (за даними наших експериментальних досліджень) 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 (*articulation metacarpophalangea*), друга – *початок (верхній край)* пахвової ямки (*fossa axillaris*). Проведені дослідження засвідчують, що між інструментальним (апаратним) та антропометричним способами визначення висоти підйому та, відповідно, значеннями фізичної працездатності ($\text{Вт} \cdot \text{кг}^{-1}$), також не знайдено статистично значущих відмінностей ($P > 0,05$).

Із досвіду власних досліджень знаходимо факт більш простого та менш тривалого за часом виконання згаданої роботи. Ним є модифікований нами метод power-ергометрії у визначенні фізичної працездатності людини. Модифікація передбачає виконання лише одного навантаження субмаксимальної потужності, після якого ЧСС досягла б величин 140–160 $\text{уд} \cdot \text{хв}^{-1}$, тобто була б близькою до 170 $\text{уд} \cdot \text{хв}^{-1}$ [16]. В цьому випадку фізичну працездатність розраховували за формулою Л.І. Абросимової (1977):

$$PWC_{170} = \dot{W} \cdot (f_1 - f_0) \cdot (170 - f_0), \text{ де}$$

\dot{W} – потужність навантаження ($\text{кгм} \cdot \text{хв}^{-1}$);

f_0 – ЧСС в стані спокою ($\text{уд} \cdot \text{хв}^{-1}$);

f_1 – ЧСС наприкінці навантаження ($\text{уд} \cdot \text{хв}^{-1}$).

Порівняльний аналіз дослідження фізичної працездатності за двома способами засвідчив наступне: 1) не існує статистично значущих відмінностей

($P > 0,05$) у значеннях PWC_{170} , що була визначена різними способами; 2) визначення фізичної працездатності за даними одного субмаксимального навантаження займає в двічі менше часу (5-6 хв.); 3) не супроводжується вираженою втомою, а тому таке навантаження можуть виконувати особи з відносно низьким рівнем фізичної підготовленості.

Особливий інтерес, на нашу думку, можуть представляти результати дослідження анаеробно-аеробної працездатності силового характеру за методом power-ергометрії юних спортсменок [18]. Адже відомо, що величини фізичної працездатності за величиною PWC_{170} залежать не лише від спортивної спеціалізації і кваліфікації спортсменів, періоду обстеження їх в річному тренувальному циклі, їх фізичної підготовленості, але також від статі обстежуваних [4 та ін.]. А тому, наступним завданням наших досліджень було проведення експериментальної перевірки можливості використання методу power-ергометрії у визначенні фізичної працездатності дівчат, які спеціалізувалися у видах спорту різної тренувальної спрямованості, а також провести порівняльний аналіз величин PWC_{170} за згаданим методом у хлопців і дівчат підліткового віку.

Дівчатам, як і хлопцям, пропонувалося виконати фізичну роботу у двох серіях кожна тривалістю 5 хв. (див. раніше), але меншої інтенсивності. Перше навантаження складалося із 10 вправ (одне підтягування за 30 с), які виконувалися в такому режимі: (на підйом і спуск відводилося 3–4 с, на відпочинок, стоячи на підлозі – 26–27 с). Друге навантаження включало 15 (20) вправ, які виконувалися в режимі одне підтягування за 20 (15) с [на підйом і спуск – 3–4 с, на відпочинок – 16–17 (11-12) с]. Вправи також виконувалися на підвісній перекладині, що закріплювалася на гімнастичній стінці на різній висоті від підлоги. В останньому, методика визначення величини PWC_{170} аналогічна дослідженню у хлопців.

Із результатів дослідження встановлено, що найбільш високі середньостатистичні показники фізичної працездатності за методом power-ергометрії (в межах від 7,5 до 7,7 $\text{кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$) мали юні спортсмени, які

переважно розвивали швидкісно-силові якості (боксери, борці, легкоатлети: штовхачі ядра, металники диску), тоді як у представників видів спорту на витривалість (лижники, велосипедисти, легкоатлети: бігуни на середні дистанції) реєструвалися відносно низькі (від 4,5 до 4,9 $\text{кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$) величини працездатності. Як виняток, відносно високі показники фізичної працездатності (8,3 $\text{кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$) мали юні плавці, які згідно класифікації видів спорту за А.Г. Дембо [7], відносяться до групи видів спорту, що переважно розвивали якість витривалості. Однак, як свідчать матеріали наших досліджень [20] на результати в тестуванні фізичної працездатності впливає не лише спрямованість тренувального процесу [30, 33 та ін.], 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 [12]. Учні ЗНЗ, які не займалися спортом, як і потрібно було б очікувати, подібно до представників видів спорту на витривалість, також мали відносно низькі величини PWC_{170} (в середньому 4,6 $\text{кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$). Що стосується даних фізичної працездатності у дівчат, то потрібно відмітити той факт, що не всі обстежувані змогли виконати фізичні навантаження. Так, якщо борчиням та пловчиням згадані навантаження були «під силу» (середньостатистичні відносні значення PWC_{170} становили від 3,7 до 3,9 $\text{кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$), тоді як інші спортсменки (легкоатлетки, лижниці), а також учениці ЗНЗ, які не займалися спортом, відмовилися від виконання згаданого тесту із-за недостатнього рівня силової підготовленості. До вище висвітленого додаймо, що 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 їх однолітків-хлопців.

Примітка. За даними З.Б. Белоцерковського [4] відомо, що фізична працездатність за велоергометричним тестом (PWC_{170}) у юних спортсменів 13-16 років приблизно на 30% вища, ніж у їх одноліток – спортсменок.

Оцінка фізичної працездатності за субмаксимальним power-ергометричним тестом PWC_{170} ($\text{Вт} \cdot \text{кг}^{-1}$) у різній категорії обстежуваних

ілюструється в табл. 3. Узагальнюючі дані такі: 1) у юних спортсменів 13-16 років, 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 $Вт \cdot кг^{-1}$ 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 $Вт \cdot кг^{-1}$. У дорослих спортсменів швидкісно-силових видів спорту величини PWC_{170} найвищі (від 1,4 до 2,0 $Вт \cdot кг^{-1}$ і більше), тоді як у дорослих видів спорту на витривалість середні значення фізичної працездатності (вони знаходяться в межах від 0,9 до 1,5 $Вт \cdot кг^{-1}$) дуже близькі до таких, що реєструються у юних спортсменів видів спорту швидкісно-силового характеру.

Таблиця 3

Оцінка фізичної працездатності за субмаксимальним power-ергометричним тестом PWC_{170} ($Вт \cdot кг^{-1}$) дорослих і юних спортсменів видів спорту різної тренувальної спрямованості та нетренованих осіб, які не займаються спортом [23]

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

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

Зазначимо також, що запропонований нами субмаксимальний power-ергометричний тест PWC_{170} , подібно до відомого анаеробного

велоергометричного тесту Вінгейта [29, 30, 36], можуть виконувати діти і підлітки, які мають хорошу фізичну підготовленість. Для старших за віком груп людей, враховуючи більш низьку межу допустимого збільшення пульсу під час виконання фізичних навантажень, а також молодих осіб з низьким рівнем фізичної підготовленості, на нашу думку, можна застосовувати тест PWC_{150} – визначення фізичної працездатності у разі досягнення ЧСС $150 \text{ уд} \cdot \text{хв}^{-1}$.

І на останок, згаданий метод можна також використовувати для оцінки фізичної працездатності спортсменів з вадами опорно-рухового апарату. У цьому випадку підтягування на підвісній перекладині здійснюються з положення «сидячи на інвалідному візку». Як відмічалось раніше, згаданий метод запатентовано. Найближчими аналогами його є метод ручної ергометрії [1] та метод, що передбачає визначення реально виконаної роботи (в кгм) за рахунок проведення віджимання від підлоги з фіксованими на медичній кушетці ногами чи тазом (висота кушетки відповідає довжині рук обстежуваного); темп рухів – одне віджимання за 4 с; тривалість роботи – 3 хв [13].

На наш погляд, цікавими можуть бути дані порівняльного аналізу показників силової підготовленості та фізичної працездатності силового характеру (PWC_{170}) за методом power-ергометрії юних спортсменів видів єдиноборств (бокс, вільна боротьба). Із результатів наших досліджень [17] знаходимо наступне: 1) між показниками силової підготовленості (максимальною кількістю підтягувань на перекладині) боксерів і борців та величинами фізичної працездатності, визначених за субмаксимальним power-ергометричним тестом PWC_{170} , існують суттєві розбіжності за результатами динамічних досліджень в річному тренувальному циклі; 2) виявлено, що високим показникам максимальної кількості підтягувань на перекладині (рівень компетентності високий за даними «Навчальної програми з фізичної культури для загальноосвітніх навчальних закладів 5-9 класи» [11]) не завжди відповідають такі ж високі показники PWC_{170} і, навпаки, спостерігаються випадки коли середньому і навіть низькому рівням

компетентності з оцінювання силової підготовленості, відповідають статистично більш значущі величини фізичної працездатності. Наведемо декілька прикладів[17]:

Приклад перший. 11 юних боксерів за даними повторного обстеження в річному тренувальному циклі мали однакові значення показника максимальної кількості підтягувань (в середньому $18,8 \pm 1,64$ разів – високий рівень компетентності), тоді як заданими реєстрації відносних показників PWC_{170} , знаходимо статистично значущі покращення (в динаміці) згаданого показника ($P < 0,05$). Причиною цього, на нашу думку, може бути факт більш вираженої економічності функціонування вегетативного (кардіореспіраторного) забезпечення м'язової діяльності (апріорі, це проявляється зниженням показників кисневої та пульсової вартості 1 кгм виконаної роботи тощо) на другому (через рік) етапі дослідження порівняно з першим (початковим) етапом.

Приклад другий. Боксер Т., 15 років, маса тіла 90 кг (відноситься до «важковаговіків»), підтягнувся 7 разів (рівень компетентності – «достатній»), величина PWC_{170} становила $6,1 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$. Спортсмен Ч., 15 років, маса тіла 50 кг, підтягнувся 15 разів (рівень компетентності – «високий»), величина PWC_{170} – $6,2 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$. Видно, що при суттєво різних значеннях показників силової підготовленості (рівнях компетентності), величини їх фізичної працездатності практично не мали відмінностей.

Приклад третій. Борець Я., 15 років, маса тіла 47 кг, показники першого етапу дослідження такі: підтягнувся 26 разів (рівень компетентності – «високий»), величина PWC_{170} – $4,7 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$. Показники другого етапу: підтягнувся 23 рази (рівень компетентності – «високий»), величина PWC_{170} – $4,9 \text{ кгм} \cdot \text{хв}^{-1} \cdot \text{кг}^{-1}$. Незважаючи на те, що максимальна кількість підтягувань на перекладині за даними повторного обстеження зменшилася на три рази (складає 11,5%), як не парадоксально, але факт, фізична працездатність не лише не зменшилася, а навіть збільшилася приблизно на 4,3%.

Із літературних джерел [3] відомо, що в практиці фізичного виховання і спорту контроль за силовими здібностями спортсменів проводиться двома

способами: спосіб перший – вимірювання максимальної сили (наприклад, найбільша вага штанги, яку можна підняти лежачи); спосіб другий – вимірювання швидко-силових здібностей чи силової витривалості (наприклад, виконання стрибка в довжину з місця, або, як у нашому випадку, – підтягування на перекладині). А тому, враховуючи факт існування вище згаданих розбіжностей між результатами у підтягуванні та показниками фізичної працездатності за величиною PWC_{170} , вважаємо, що доцільним може бути використання power-ергометричних досліджень (у комплексі з іншими випробуваннями) у визначенні рівня силової підготовленості спортсменів.

Висновки. Розроблений та запатентований нами метод power-ергометрії (субмаксимальний power-ергометричний тест PWC_{170}) у визначенні фізичної працездатності силового характеру [переважно спортсменів швидко-силових видів спорту: спортивна гімнастика, єдиноборства, скелелазіння, вулична гімнастика (Workout) та ін.] відноситься до тих тестів, які не є складними для обстежуваних в плані виконання фізичних навантажень, та характеризуються науковою аутентичністю, критеріями якої є надійність (стабільність), об'єктивність, інформативність (валідність). З огляду на вище висвітлене, цей метод можна застосовувати як в практиці спортивної медицини, спорту, «інваспорту», силового фітнесу тощо з метою визначення анаеробно-аеробної фізичної працездатності спортсменів, оцінки ефективності тренувань силової спрямованості та проведення контролю за їх силовими здібностями, так і в навчальному процесі студентів факультетів здоров'я, фізичного виховання та спорту медичних і педагогічних вишів в якості одного із технічних засобів у проведенні лекційних і практичних занять з курсу медико-біологічних дисциплін (спортивна медицина, функціональна діагностика, терапевтичні вправи тощо), про що свідчать літературні джерела [5, 6, 20, 22, 24].

Перспективою подальших досліджень має бути широке використання загально відомого субмаксимального велоергометричного тесту в комплексі з power-ергометричним для визначення аеробної та анаеробно-аеробної (силового

характеру) фізичної працездатності (PWC_{170}). Існує ознайомчий варіант публікації (теза) комплексного визначення фізичної працездатності спортсменів [25].

Конфлікт інтересів

Автор заявляє про відсутність конфлікту інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Aulik I.V. *Determination of the physical efficiency in clinic and sport*. Moscow: Medicine; 1990. 192 p. (rus). Аулик И. В. *Определение физической работоспособности в клинике и спорте*. Москва: Медицина; 1990. 192 с.
2. Bar-Or, O., Rowland T. *Children's health and motor activity: from physiological principles to practical application*, trans. from Engl. I. Andieiev. Kyiv: Olympic literature; 2009. 528 p. (rus). Бар-Ор, О., Роуланд Т. *Здоровье детей и двигательная активность: от физиологических основ до практического применения*, пер. с англ. И. Андреев. Киев: Олимпийская литература; 2009. 528 с.
3. Bezverkhnya G.V. *Sports metrology: methodical recommendations*. Uman; 2011. 54 p. (ukr). Безверхня Г.В. *Спортивна метрологія: методичні рекомендації*. Умань; 2011. 54 с.
4. Bielotserkovskiy Z.B. *Ergometric and cardiological criteria of physical efficiency among athlete*. Moscow: Soviet Sport; 2009. 312 p. (rus). Белоцерковский З.Б. *Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов*. Москва: Советский спорт; 2009. 312 с.
5. Bondarchuk V.I., Bai A.V., Myndziv K.V., Vayda O.V. Features of application of technical means in the educational process of students on disciplines: “Bases of practical activity in physical rehabilitation (introduction to the specialty)”, “Therapeutic exercises” and “Biomechanics and clinical kinesiology”. *Medical education*. 2019. 3 : 6-13. (ukr). DOI: 10.11603/me.2414-5998.2019.3.10642. Бондарчук В.І., Бай А.В., Миндзів К.В., Вайда О.В. Особливості застосування

технічних засобів у навчальному процесі студентів з дисциплін «Основи практичної діяльності у фізичній реабілітації (вступ до спеціальності)», «Терапевтичні вправи» і «Біомеханіка та клінічна кінезіологія». Медична освіта. 2019. 3 : 6-13. DOI: 10.11603/me.2414-5998.2019.3.10642.

6. Goncharenko O.Y. *Changes in humoral and cellular immunity, physical performance under the influence of strength fitness*; diss. doct. philos.: 091 / National University of Physical Education and Sport of Ukraine. Kyiv, 2020. 181 p. (ukr). Гончаренко О.Ю. *Зміни гуморального та клітинного імунітету, фізичної працездатності під впливом силового фітнесу*; дис. ... докт. філос. : 091 / Національний університет фізичного виховання і спорту України. Київ, 2020. 181 с.

7. Dembo A.G. *Actual problems of modern sports medicine*. Moscow: Physical culture and sports; 1980. 295 p. (rus). Дембо А.Г. *Актуальные проблемы современной спортивной медицины*. Москва: Физкультура и спорт; 1980. 295 с.

8. Karpman V. L., Orel V. R., Stepanova S. V., Siniakov A. F. *Test for the determination of physical efficiency among weightlifters*. *Weightlifting*. 1982 : 39–41. (rus). Карпман В.Л., Орёл В.Р., Степанова С.В., Синяков А.Ф. *Проба для определения физической работоспособности тяжелоатлетов*. *Тяжёлая атлетика*. 1982 : 39–41.

9. Krutsevich T.Yu., Vorobyov M.I., Bezverkhnya G.V. *Control in physical education of children, adolescents and youth: Tutorial*. Kyiv: Olympic literature; 2011. 224 p. (ukr). Круцевич Т.Ю., Воробйов М.І., Безверхня Г.В. *Контроль у фізичному вихованні дітей, підлітків і молоді* : навч. посіб. Київ: Олімпійська література; 2011. 224 с.

10. Mikhalyuk E.L. *Current issues of sports medicine: a monograph*. Zaporizhzhia: ZSMU; 2017. 160 p. (ukr). Михалюк Є.Л. *Актуальні питання спортивної медицини*: монографія. Запоріжжя: ЗДМУ; 2017. 160 с.

11. *Curriculum in physical culture for secondary schools 5-9 grades* / authors: T.Yu. Krutsevich (chairman of the working group) et al. Kyiv; 2012. 289 p. (ukr).

Навчальна програма з фізичної культури для загальноосвітніх навчальних закладів 5-9 класи / автори: Т.Ю. Круцевич (голова робочої групи) та ін. Київ; 2012. 289 с.

12. Platonov V.N. *System of training athletes in Olympic sports. General theory and its practical applications*. Київ: Olympic literature; 2004. 808 p. (rus). Платонов В.Н. *Система підготовки спортсменів в олімпійському спорті. Обща теорія і її практичні застосування*. Київ: Олімпійська література; 2004. 808 с.

13. Polyayev B.A., Parastayev S.A., Ivanovav G.E. *Features of the methodological approach to in-depth medical examination of athletes with disabilities*. Prospects for the development of sports medicine and physical therapy of the XXI century: materials of the I All-Ukrainian Congress of Specialists in Sports Medicine and TPC (with international participation). Odesa, 2002: 45–9. (rus). Поляев Б.А., Парастаев С.А., Ивановав Г.Е. Особенности методологического подхода к углубленному медицинскому обследованию спортсменов-инвалидов. *Перспективи розвитку спортивної медицини і лікувальної фізкультури ХХІ століття*: матеріали І Всеукраїнського з'їзду фахівців зі спортивної медицини і ЛФК (з міжнародною участю). Одеса, 2002 : 45–9.

14. *Physical rehabilitation, sports medicine: educ. textbook.* / V.V. Abramov [etal.]; edited by: V.V. Abramova, O.L. Smyrnova. Dnepropetrovsk: Jourfund; 2014. 456 p. (ukr). *Фізична реабілітація, спортивна медицина*: навч. підруч. / В.В. Абрамов [та ін.]; за ред.: В.В. Абрамова, О.Л. Смирнової. Дніпропетровськ: Журфонд; 2014. 456 с.

15. Khoroshukha M.F., Filippov M.M. *The method of functional control of physical efficiency among young athletes in the performance of weightlifting exercises*: rat. prop. Ukraine : 1989, No 491. (rus). Хорошуха М.Ф., Филиппов М.М. *Способ функционального контроля физической работоспособности юных спортсменов при выполнении упражнений силового характера*: рац. предл. Украина : 1989, № 491,

16. Khoroshukha M.F. About the possibilities of definition of the physical efficiency (PWC_{170}) under the power-ergometry method based on the performing one submaximal load. *Pedagogics, psychology and medical-biological problems of physical education and sports: scientific monograph edited by the Professor Iermakova S.S.* 2008. 5: 147–151. (ukr). Хорошуха М.Ф. Про можливості визначення фізичної працездатності (PWC_{170}) за методом power-ергометрії на основі виконання одного субмаксимального навантаження. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: наукова монографія за ред. проф. Єрмакова С.С.* 2008. 5 :147–151.

17. Khoroshukha M.F. About the opportunity of using power-ergometry method in appraisal of power preparation of young sportsmen (be the example of a duel). *Pedagogics, psychology and medical-biological problems of physical education and sports: scientific monograph edited by the Professor Iermakova S.S.* 2009. 6 : 154–8. (ukr). Хорошуха М.Ф. Про можливості використання методу power-ергометрії в оцінці силової підготовленості юних спортсменів (на прикладі єдиноборств). *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: наукова монографія за ред. проф. Єрмакова С.С.* 2009. 6 :154–8.

18. Khoroshukha M.F. About usability of the power-ergometry method in definition of the physical efficiency among young female athletes. *Pedagogics, psychology and medical-biological problems of physical education and sports: scientific journal: academic periodical.* 2011. 11 : 135–8. (ukr). 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.* 2011. 11 :135–8.

19. Khoroshukha M. F. *Determination of the physical efficiency in the conditions of sports training.* Kyiv: Publishing House of the National Pedagogical M.P. Dragomanov University. 2011; 31 p. (ukr). Хорошуха М.Ф. *Визначення фізичної працездатності в умовах спортивних тренувань.* Київ: Вид-во Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова. 2011; 31 с.

20. Khoroshukha M.F. *Basics of health of young athletes*. Kyiv:Publishing House of the National Pedagogical M.P. Dragomanov University. 2014; 722 p.(ukr).
Хорошуха М.Ф. *Основи здоров'я юних спортсменів: монографія*. Київ: Вид-во Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова.2014; 722 с.

21. KhoroshukhaMykhailo. The definition of physical efficiency (PWC_{170}) according to the method of power-ergometry. Scientific bulletin of South Ukrainian National Pedagogical named after K.D. Ushynsky: journal. Pedagogical sciences. Odesa : SUNPU named after K.D. Ushynsky. 2018.3 (122) : 102–8.(ukr).Хорошуха Михайло. Визначення фізичної працездатності (PWC_{170}) за методом power-ергометрії. Науковий вісник Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К.Д. Ушинського : серія Педагогічні науки. Одеса : ПНПУ імені К.Д. Ушинського. 2018. 3 (122) : 102–8.

22. Khoroshukha M.F. *SportsMedicine:Tutorial*.Kyiv:Publishing House of the National Pedagogical M.P. Dragomanov University. 2018; 301 p. (ukr).
Хорошуха М.Ф. *Спортивна медицина : навч. посіб.* Київ: Вид-во Національного педагогічного університету імені М.П. Драгоманова.2018; 301 с.

23. KhoroshukhaMykhailo. Definition of PWC_{170} among athletes and people who are not involved in sports, using specific loads (power-ergometry method). *Pedagogical sciences: theory, history, innovative technologies: scientific journal*.Sumy: SumyStatePedagogicalUniversitynamedafter A.S. Makarenko. 2018. 3 (77) : 153–67. (ukr). DOI: <https://doi.org/10.24139/2312-5993/2018.03/153-167>.
Хорошуха Михайло. Визначення PWC_{170} у спортсменів та осіб, які не займаються спортом, за допомогою специфічних навантажень (метод power-ергометрії). *Педагогічні науки: теорія, історія, інноваційні технології : науковий журнал*. Суми : СумДПУ імені А.С. Макаренка. 2018. 3 (77) : 153–67. DOI: <https://doi.org/10.24139/2312-5993/2018.03/153-167>.

24. Khoroshukha M.F. *Sportsmedicinewiththebasicsofmedicalknowledge: Tutorial*.К.:Boris Grinchenko University of Kyiv. 2019; 468 p. (ukr). Хорошуха

М.Ф. Спортивна медицина з основами медичних знань: навч. посіб. К.: Київ. ун-т ім. Б. Грінченка. 2019; 468 с.

25. Khoroshukha M.F. Comprehensive definition of anaerobic-aerobic performance in the practice of physical education.

Scientific and pedagogical internship

«European practices and different approaches to teaching academic disciplines in physical education»: Internship proceedings, September 6 – October 17, 2021. Wloclawek, Republic of Poland: “Baltija Publishing”. 2021 : 43-9. (ukr). Хорошуха М.Ф.

Комплексне визначення анаеробно-аеробної працездатності в практиці фізичного виховання. *Scientific and pedagogical internship*

«European practices and different approaches to teaching academic disciplines in physical education»: Internship proceedings, September 6 – October 17, 2021. Wloclawek, Republic of Poland: “Baltija Publishing”. 2021: 43-9.

26. Astrand J. Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta Physical. Scand.* 1960.49 (169) :1–92.

27. Astrand P., Rodahl K. *Textbook of work physiology*. New York: McGraw Hill Book Company. 1970; 669p.

28. Astrand P.-O, Rodahl K., Dahl H.A., Stromme S.B. *Textbook of work physiology -4th: Physiological Bases of Exercise*. Champaign: Human Kinetics. 2003;650 p.

29. Bar-Or, O. The Wingate Anaerobic Test. An update on methodology, reliability and validity. *Sports Med.* 1987. 4 :381–94.

30. Bar-Or, O., and Rowland T.W. *Pediatric Exercise Medicine: From Physiologic Principles to Health Care Application*. Human Kinetics. 2004; 501 p.

31. Bile A., Gallais D., Mercier B. Anaerobic exercise components during the force-velocity test in sickle cell trait. *Int. J. Sports Med.* 1996. 17: 4254–58.

32. EEC. Council Directive 86/609/EEC of 24 November 1986 on the approximation of laws, regulations and administrative provisions of the Member States regarding the protection of animals used for experimental and other scientific purposes. *Official Journal of the European Communities*. 1986. L358, 1-28.

33. Fournier M., Ricci I., Taylor A.W., Ferguson R.J., Montpetit R.R. and Chaitman B.R. Skeletal muscle adaptation in adolescent boys: sprint and endurance training and detraining. *MedSci Sports Exerc.* 1982. 14 : 453-6.
34. Israel S. Körperliche Leistungsfähigkeit und Gesundheit. *Med. u. Sport.* 1979. 6 : 267-9.
35. *Physical Testing of the High-Performance Athlete* / J. Duncan MacDougall, Howard A. Wenger, Howard J. Green. Human Kinetics. 1998; 432 p.
36. Van Praagh E.G. *Pediatric anaerobic performance*. Champaign, IL: Human Kinetics. 1998; 1-375 p.
37. World Medical Association Declaration of Helsinki ethical principles for medical research involving human subjects. *JAMA: Journal of the American Medical Association.* 2013; 310(20): 2191-4.