

6. Barnes R. Expectancy, attention and time / R. Barnes, M. R. Jones // *Cognit Psychol.* – 2000. – Nov ; 41(3). – P. 254–311.
7. Barnes K. A. The effect of divided attention on global judgment of learning accuracy / K. A. Barnes, M/ R/ Dougherty // *Am J Psychol.* – 2007. – Fall ; 120(3). – P. 347–359.
8. Halberg F. Time-qualified reference intervals – chronodesms / F. Halberg, J. K. Lee, W. L. Nelson // *Experientia (Basel).* – 1978. – V. 34. – P. 713–716.
9. Klapproth F. Time perception, estimation paradigm and temporal relevance / F. Klapproth // *Percept Mot Skills.* – 2007. – Jun ; 104(3 Pt 1). – P. 749–757.
10. Zakay D. Prospective and retrospective duration judgments : an executive – control perspective / D. Zakay, R. A. Block // *Acta Neurobiologiae Experimentalism.* – 2004. – Vol. 64. – Nr. 3. – P. 319–328.

**Хорошуха М. Ф.**

**Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова, м. Київ**

### **ВИЗНАЧЕННЯ ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СПОРТСМЕНІВ ЗА МЕТОДОМ POWER-ЕРГОМЕТРІЇ (ІЗ БАГАТОРІЧНОГО ДОСВІДУ АВТОРА)**

*Обґрунтовані методологія і методи визначення фізичної працездатності спортсменів на підставі розробленого автором методу power-ергометрії (субмаксимального power-ергометричного тесту PWC<sub>170</sub>). Показано можливість використання цього методу в практиці спортивної медицини, фізичного виховання, а також в навчальному процесі студентів факультетів фізичного виховання і спорту педагогічних університетів.*

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

***Хорошуха М. Ф. Определение физической работоспособности спортсменов с помощью метода power-ергометрии (с многолетнего опыта автора).** Обоснованы методология и методика определения физической работоспособности спортсменов, на основе разработанного автором метода power-ергометрии (субмаксимального power-ергометрического теста PWC<sub>170</sub>). Показана возможность применения этого метода в практике спортивной медицины, физического воспитания, а также в учебном процессе студентов факультетов физического воспитания и спорта педагогических университетов.*

**Ключевые слова:** физическая работоспособность, power-ергометрия, исследование, спортсмены, физкультурники.

***Khoroshukha M. F. Determination of physical performance of athletes based on the method of power-ergometry (based on many years of experience of the author).** In this article methodology and methods for determining the physical performance of athletes were proved. They are based on the authorial method of power-ergometry (submaximal power-ergometry test PWC<sub>170</sub>). 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<sub>170</sub>.*

*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.

**Постановка проблеми.** Визначення фізичної працездатності займає важливе місце в практиці спорту, спортивної медицини та фізичної реабілітації, в оцінці фізичного стану людей різного віку, статі, професійної зайнятості [1; 7, 8; 10; 11]. Особливе значення в останні роки отримали методи визначення фізичної працездатності за допомогою субмаксимального тесту PWC<sub>170</sub> 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 і оцінки рівня спеціальної підготовленості спортсменів [3].

Однак, якщо для видів спорту циклічного характеру існує відносно великий арсенал функціональних проб зі специфічними навантаженнями в оцінці спеціальної працездатності [3], то для спортсменів ациклічних видів, що переважно розвивають швидкісно-силові якості, до недавнього часу була відома лише одна – проба зі штангою [4]. 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 кафедрі 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 факультету фізичного виховання і спорту НПУ імені М. П. Драгоманова (завідувач кафедри – професор О. О. Приймаков) було розроблено і 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.

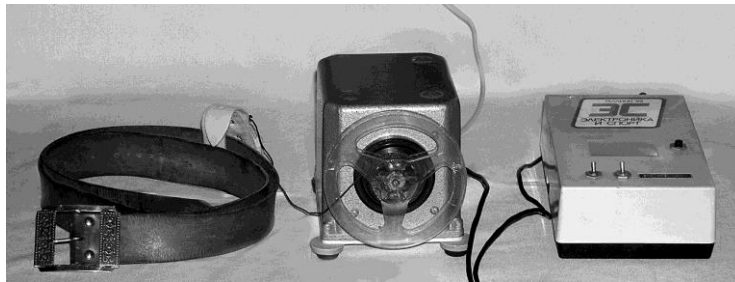
Однак, зазначений метод досі не знайшов широкого застосування в практиці спорту та спортивної медицини.. Як нам здається, причина цього криється в недостатності інформації літературних джерел. У зв'язку з цим була поставлена **мета** – проаналізувати та узагальнити дані наших багаторічних наукових досліджень, які стосуються застосування методу power-ергометрії у визначенні фізичної працездатності (PWC<sub>170</sub>) спортсменів різного віку та осіб, які не займаються спортом.

**Об'єкт і організація досліджень.** 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.

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 військового 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.



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

Рис. 1. Загальний вигляд силового ергометра “СЕ-2”:

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.

Таблиця 1

**Диференційна характеристика ергометрів, які використовуються для визначення фізичної працездатності людей різного віку, професійної зайнятості та фізичного стану [2, 6]**

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 проста. 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<sup>-1</sup>, потужність другого – ~ 1,5 Вт·кг<sup>-1</sup>. 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 передньо-грудному відведенні Неба-Бутченка (швидкість протяжки стрічки становить 5–6 мм·с<sup>-1</sup>). Тахікардія в кінці першого навантаження становила 100–120 уд·хв<sup>-1</sup>, в кінці другого – 140–160 уд·хв<sup>-1</sup> (різниця в середньому складала 40 уд·хв<sup>-1</sup>). Робота виконувалася під звуковий метроном. 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:

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

$W$  – 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 він дорівнює 1,50.

Середня потужність роботи визначалася за формулою:

$$\dot{W} = W / t, \text{ де}$$

$\dot{W}$  – потужність роботи (кГм·хв<sup>-1</sup>),

$W$  – виконана робота (кГм),

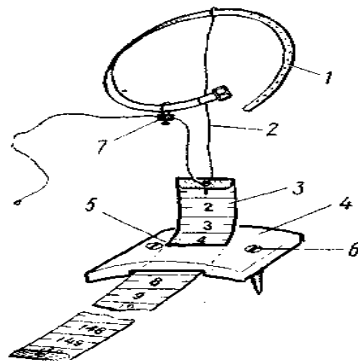
$t$  – час виконання роботи (хв).

Фізична працездатність ( $PWC_{170}$ ) розраховувалася за формулою В. Л. Карпмана у співавт. (1969).

Разом з цим слід зазначити, що цей метод має певні обмеження при проведенні масових обстежень та самооцінці 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 перекладини, 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* [5] ґрунтується на визначенні стандартної висоти підйому за допомогою пристрою конструкції В. М. Абалакова (рис. 2).



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

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 стискачі. 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 (хватором 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 відпочинку 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 учасник досягає перекладини 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 [5] засвідчують, що між апаратним та візикальним способами визначення висоти підйому, а також фізичної працездатності не існує статистично достовірних відмінностей.

*Антропометричний спосіб* [5], 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).

*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<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>. У дорослих спортсменів швидкісно-силових видів спорту величини  $PWC_{170}$  найвищі (від 1,4 до 2,0 Вт·кг<sup>-1</sup> і більше) (табл. 2).

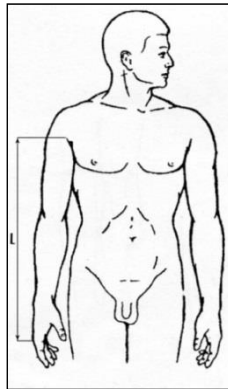


Рис. 3. Відстань (L) між двома антропометричними точками

Таблиця 2

**Оцінка фізичної працездатності за субмаксимальним power-ергометричним тестом  $PWC_{170}$  (Вт·кг<sup>-1</sup>) дорослих і юних спортсменів видів спорту різної тренувальної спрямованості та нетренованих осіб, які не займаються спортом [6]**

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 PWC<sub>170</sub> приблизно на 40 %, а за відносними (в перерахунку на 1 кг маси тіла) майже як на 50 % нижче, ніж у їхніх однолітків-спортсменів [6].

Анаеробно-аеробний субмаксимальний power-ергометричний тест PWC<sub>170</sub>, подібно до відомого анаеробного велоергометричного тесту Вінгейта [9; 12], 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 PWC<sub>150</sub> – визначення фізичної працездатності у разі досягнення ЧСС 150 уд·хв<sup>-1</sup>.

**Висновки.** Розроблений нами субмаксимальний power-ергометричний тест PWC<sub>170</sub> (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.

**Перспективи використання результатів дослідження.** Метод power-ергометрії подібно до загальновідомого методу велоергометрії може використовуватись в практиці спорту та спортивної медицини для визначення фізичної працездатності (PWC<sub>170</sub>) силового характеру у спортсменів різного віку, які переважно розвивають швидкісно-силові та власне силові якості.

#### Література

1. 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.
2. 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.
3. Белоцерковский З. Б. Эргометрические и кардиологические критерии физической работоспособности у спортсменов / З. Б. Белоцерковский. - М. : Советский спорт, 2005. - 312 с.
4. 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.
5. 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.
6. 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.
7. 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.
8. Astrand P., Textbook of work physiology. / J. Astrand, K. Rodahl. – New York: Mc Graw Hill Book Company, 1970. – 669 p.
9. Bar-Or, O. The Wingate Anaerobic Test. An update on methodology, reliability and validity / O. Bar-Or // Sports Med. 4, 1987. – P. 381 – 394.
10. 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.
11. Israel S. Körperliche Leistungsfähigkeit und Gesundheit / S. Israel. // Med. u. Sport. – 1979. – Nr. 6. – S. 267–269.
12. Van Praagh, E. G. Pediatric anaerobic performance / E. G. Van Praagh. Champaign, IL: Human Kinetics, 1998. – P. 1–375.

**Христова Т. Є.**

**Мелітопольський державний педагогічний університет імені Б. Хмельницького, м. Мелітополь**

### ДИНАМІКА МОРФО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ ОРГАНІЗМУ ДІТЕЙ З ПОРУШЕННЯМ ПОСТАВИ В УМОВАХ ЗАСТОСУВАННЯ ОЗДОРОВЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Наведено дані про зміни морфо-функціональних показників організму дітей молодшого шкільного віку з порушеннями постави в результаті реалізації оздоровчої технології. У дослідженні брали участь 166 школярів віком 8-10 років з порушенням постави у сагітальній площині. Основній групі клієнтів було запропоновано комплексну корекційно-оздоровчу програму, яка включала лікувальну фізичну культуру, механотерапію, музикотерапію та аутогенне тренування. Доведена ефективність використання запропонованої програми на основі змін показників фізичного розвитку (антропометрія, сила м'язів кисті, індекси Кетле, Пінье, силовий індекс) та фізіологічних функцій (частота серцевих скорочень, артеріальний тиск, ударний обсяг крові, хвилинний обсяг кровообігу, вегетативний індекс Кердо) організму дітей.

**Ключові слова:** оздоровча технологія, порушення постави, молодший шкільний вік.

**Христова Т.Е. Динамика морфо-функциональных параметров детей с нарушением осанки в условиях применения оздоровительных технологий.** Приведены данные об изменениях морфо-функциональных показателей