

Адаптація підлітків чоловічої статі Вінниччини до фізичної роботи в аеробному й анаеробному режимах енергозабезпечення

УДК 796.015.57-053.6-055.15:612.017(477.44)

Ю. М. Фурман¹, О. Ю. Брезденюк², В. Є. Онищук²

¹Житомирський державний університет імені Івана Франка, Житомир, Україна

²Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського, Вінниця, Україна

Резюме. Розглянуто питання фізичного здоров'я підлітків, що оцінюється за здатністю адаптуватися до фізичних навантажень аеробного й анаеробного спрямування. *Мета.* Визначення адаптаційних можливостей підлітків чоловічої статі Вінниччини до фізичних навантажень в аеробному й анаеробному режимах енергозабезпечення. *Методи.* Велоергометрія, пульсометрія, сфігмоманометрія, методи математичної статистики. *Результати.* Встановлено, що рівень аеробної продуктивності хлопців 13–14 років, за критеріями Я. П. Пярната, відповідає «середньому», а 15–16 років – «нижчому за середній» рівням. Середнє значення відносного показника $\dot{V}O_2\text{max}$ підлітків 13–14 років, за Г. Л. Апанасенко, перевищує «безпечний рівень здоров'я», а в осіб 15–16 років знаходиться нижче «безпечного рівня». На основі отриманих даних розроблено критерії оцінювання аеробної й анаеробної продуктивності осіб чоловічої статі 13–14 та 15–16 років шляхом створення стандартів функціональної підготовленості на основі середніх арифметичних та середніх квадратичних відхилень показників максимального споживання кисню, порога анаеробного обміну, максимальної кількості зовнішньої механічної роботи за 10 с, 30 с, за 1 хв.

Ключові слова: адаптація, аеробна продуктивність, анаеробна продуктивність, стандарти.

Adaptation of male adolescents of Vinnytsia region to physical work in aerobic and anaerobic modes of energy supply

Yu. M. Furman¹, O. Yu. Brezdeniuk², V. Ye. Onyshchuk²

¹Zhytomyr Ivan Franko State University, Zhytomyr, Ukraine

²Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine

Abstract. The issue of physical health of adolescents, which was assessed by the ability to adapt to aerobic and anaerobic physical exercise, was examined. *Objective.* To identify the adaptation capabilities to physical loads in aerobic and anaerobic modes of energy supply in male adolescents of Vinnytsia region. *Methods.* Bicycle ergometry, heart-rate monitoring, sphygmomanometry, and methods of mathematical statistics. *Results.* It was found that according to the criteria of J. Pярnat, the aerobic performance corresponded to the average level in 13-14-year-old boys and to the below average level in 15-16-year-old boys. The average value of the relative $\dot{V}O_2\text{max}$ index by H. L. Apanasenko exceeded the "safe level of health" in 13-14-year-old boys and was below the "safe level" in 15-16-year-old males. On the basis of the obtained data, criteria for evaluating the aerobic and anaerobic performance in 13-14 and 15-16 year-old males were developed by creating standards of functional fitness based on the mean and root mean square deviations of the following indicators: maximal oxygen consumption, anaerobic threshold, and the maximal amount of external mechanical work per 10 s, 30 s, and 1 min.

Keywords: adaptation, aerobic performance, anaerobic performance, standards.

Постановка проблеми. Фізичне здоров'я людини оцінюється за здатністю адаптуватися до фізичних навантажень аеробного й анаеробного спрямування [1, 2, 12, 15, 19]. Як відомо, розвиток організму підлітків характеризується гетерохронністю і великою варіативністю індивідуальних значень різних показників фізичного стану [6]. Деякі науковці вказують на характерні етапи інтенсивного розвитку адаптаційних можливостей організму підлітків у період 10–11 і 15–16 років [6, 8, 17]. Є роботи, які свідчать про істотне погіршення адаптації до різних чинників з 11 до 15 років [11].

Існують різні погляди на підвищення аеробних можливостей осіб препубертатного і пубертатного періодів розвитку. Так, є наукові свідчення про те, що фізичні навантаження аеробного спрямування в пубертатний період не сприяють підвищенню аеробної продуктивності через гормональну перебудову організму [6]. Проте, деякі дослідники стверджують, що у підлітків, які займаються циклічними видами спорту, саме у пубертатний період онтогенезу відбувається підвищення аеробної продуктивності організму шляхом підбору адекватних засобів фізичного виховання [11, 17].

Мета дослідження — визначення адаптаційних можливостей підлітків чоловічої статі Вінниччини до фізичної роботи в аеробному й анаеробному режимах енергозабезпечення.

Методи дослідження: велоергометрія, пульсометрія, сфігмоманометрія, методи математичної статистики.

Результати дослідження та їх обговорення. У дослідженні взяли участь 987 осіб чоловічої статі 13–14, а також 15–16 років, які навчаються у середніх загальноосвітніх школах, а також закладах вищої освіти II–III рівнів акредитації Вінниччини.

З метою визначення адаптації підлітків до фізичних навантажень аеробного та анаеробного спрямування використовували велоергометричні тести, за допомогою яких визначали показники потужності аеробних процесів енергозабезпечення за величиною $\dot{V}O_2\max$, ємності аеробних процесів енергозабезпечення за величиною порога анаеробного обміну (ПАНО) [10, 12, 13], потужності анаеробних алактатних (ВАНТ10) та лактатних (ВАНТ30) процесів енергозабезпечення за методикою Вінгейтського анаеробного тесту [14, 18], ємності анаеробних лактатних процесів енергозабезпечення за максимальною кількістю зовнішньої механічної роботи за одну хвилину (МКЗР) [20].

Потужність аеробних процесів енергозабезпечення ($\dot{V}O_2\max$) визначали за методикою

В. Л. Карпмана зі співавт. [5] і оцінювали за відносною величиною максимального споживання кисню з використанням критеріїв Я. П. Пярната [7], а рівень фізичного здоров'я — за Г. Л. Апанасенком [1].

З метою визначення ПАНО дослідники часто використовують польовий тест (Conconi, 1982), що базується на визначенні особливості втрати лінійного зростання частоти серцевих скорочень при зростаючій інтенсивності бігових навантажень. Однак для отримання більш об'єктивних показників ПАНО визначали за допомогою модифікованого різновиду вище згаданого тесту, який запропонував Ю. М. Фурман (Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 92843 від 09.10.2019 р. «Методика визначення порогу анаеробного обміну (ПАНО)»).

Статистичну обробку даних, отриманих під час дослідження, здійснювали за допомогою методів математичної статистики. Визначали такі показники, як середнє арифметичне (\bar{x}), середнє квадратичне відхилення (σ) та похибку середнього арифметичного (S) [4].

Показники аеробної й анаеробної продуктивності хлопців 13–14 та 15–16 років представлено у таблиці 1.

Дані таблиці 1 вказують на те, що рівень аеробної продуктивності хлопців 13–14 років за відносною величиною максимального споживання кисню за критеріями Я. П. Пярната, відповідає «середньому», а в хлопців 15–16 років — «нижчому за середній» рівням. Як свідчать результати дослідження, середнє значення відносного показника $\dot{V}O_2\max$ підлітків 13–14 років перевищує «безпечний рівень здоров'я», за Г. Л. Апанасенком, а у осіб 15–16 років знаходиться нижче «безпечного рівня».

Єдиних критеріїв оцінювання аеробних можливостей людини не існує. Опубліковані різними ученими дані дещо відрізняються. Причому більшість оціночних критеріїв цього показника стосуються осіб старших 20 років. Винятком є критерії оцінки Я. П. Пярната [7]. Ці критерії охоплюють широкий віковий діапазон (від 10 до 50 років), але не враховують особливості регіону проживання певного контингенту осіб. Крім цього критерії оцінювання функціональної підготовленості потребують оновлення.

У своїх дослідженнях О. А. Дуло та Ю. М. Фурман [3] встановили відмінність середніх значень показників аеробної і анаеробної продуктивності організму осіб, які мешкають у різних регіонах України. Відтак постає необхідність розробити критерії, які враховують зазначені чинники.

ТАБЛИЦЯ 1 – Аеробна й анаеробна продуктивність підлітків чоловічої статі Вінниччини

Показник	Середні значення, $\bar{x} \pm S$	
	13–14 років (n = 487)	15–16 років (n = 526)
$\dot{V}O_2\max$, мл·хв ⁻¹	2680,9 ± 125,7	2720,22 ± 128,2
$\dot{V}O_2\max$, мл·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	47,4 ± 2,15	40,72 ± 2,32
ПАНО, Вт	145,3 ± 9,2	165,32 ± 8,7
ПАНО, Вт·кг ⁻¹	2,57 ± 0,25	2,47 ± 0,25
ВанТ10, кгм·хв ⁻¹	3123,4 ± 243,1	4243,2 ± 257,4
ВанТ10, кгм·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	55,2 ± 3,2	63,5 ± 3,3
ВанТ30, кгм·хв ⁻¹	2973,3 ± 247,6	3767,9 ± 254,2
ВанТ30, кгм·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	52,5 ± 3,35	56,4 ± 3,35
МКЗР, кгм·хв ⁻¹	1862,47 ± 132,2	2048,2 ± 129,8
МКЗР, кгм·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	32,90 ± 2,55	30,66 ± 2,42

На основі отриманих даних нами розроблено критерії оцінювання аеробної й анаеробної продуктивності підлітків чоловічої статі 13–14 років (табл. 2) та 15–16 років (табл. 3).

Для розробки стандартів функціональної підготовленості ми використали авторську методику (Свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір № 96565 від 10.03.2020 р.), яка опублікована у наших попередніх дослідженнях, спрямованих на встановлення стандартів функціональної підготовленості осіб чоловічої та жіночої статі 11–12, 17–19 та 20–22 років [8, 9, 16]. Згідно із методикою, середній рівень ознаки відповідає діапазону $\bar{x} \pm 0,5\sigma$. Рівень «вище середнього» або «нижче середнього» рекомендуємо визначати в

межах діапазону $0,6-1\sigma$ або $(-0,6\sigma)-(-1\sigma)$ відповідно, а «високий» і «низький» рівні знаходяться в межах діапазону $1,1-2\sigma$ або $(-1,1\sigma)-(-2\sigma)$. «Дуже високий» рівень слід знаходити в межах $> 2,0\sigma$, а «дуже низький» – $< -2,0\sigma$.

Отримані нами дані дещо відрізняються від існуючих оціночних критеріїв. Так «середній» рівень аеробної продуктивності хлопців 13–14 років (див. табл. 2) знаходиться вище встановленого Г. Л. Апанасенком «безпечного рівня здоров'я» [1]. За критеріями Я. П. Пярната, «відмінний» рівень аеробної продуктивності обстежуваного контингенту відповідає значенням > 56 мл·хв⁻¹·кг⁻¹ [9]. За нашими даними (див. табл. 2), величина 56 мл·хв⁻¹·кг⁻¹ відповідає «дуже високому» рівню.


Нами встановлено, що у хлопців 15–16 років (див. табл. 3) «середній» рівень аеробної продуктивності є нижчим «безпечного рівня здоров'я», за критерієм Г. Л. Апанасенка [1]. Порівнюючи зі стандартами для хлопців 15–16 років, розробленими Я. П. Пярнатом [7], отримані нами дані є також дещо нижчими.

Стандарти оцінювання анаеробної продуктивності підлітків 13–14 і 15–16 років дотепер не представлені в наукових джерелах, тому отримані нами дані порівняти неможливо.

Висновки. Досліджено адаптаційні можливості підлітків чоловічої статі Подільського регіону Вінниччини до фізичної роботи в аеробному й анаеробному режимах енергозабезпечення. Встановлено, що рівень аеробної продуктивності

ТАБЛИЦЯ 2 – Стандарти функціональної підготовленості хлопців 13–14 років

Сигма	Рівень функціональної підготовленості	Аеробна продуктивність				Анаеробна продуктивність					
		$\dot{V}O_2\max$, мл·хв ⁻¹	$\dot{V}O_2\max$, мл·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	ПАНО, Вт	ПАНО, Вт·кг ⁻¹	ВанТ10, кгм·хв ⁻¹	ВанТ10, кгм·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	ВанТ30, кгм·хв ⁻¹	ВанТ30, кгм·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	МКЗР, кгм·хв ⁻¹	МКЗР, кгм·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹
$> 2,0\sigma$	дуже високий	$>3183,7$	>56	$>182,1$	$>3,57$	$>4095,8$	>68	$>3963,7$	$>65,9$	$>2391,3$	$>43,1$
$1,1-2,0\sigma$	високий	2957,4 – 3183,7	52,1 – 56	165,5 – 182,1	3,12 – 3,57	3658,2 – 4095,8	62,2 – 68	3518 – 3963,7	59,9 – 65,9	2153,3 – 2391,3	38,5 – 43,1
$0,6-1,0\sigma$	вище середнього	2831,7 – 2932,3	50 – 51,1	156,3 – 163,7	2,87 – 3,07	3415,1 – 3609,6	59 – 61,6	3270,4 – 3468,5	56,5 – 59,2	2021,1 – 2126,9	35,9 – 38
$\bar{x} + 0,5\sigma$ – ($\bar{x} \pm 0,5\sigma$) – $\bar{x} - 0,5\sigma$	середній	2806,6 – (2680,9 ± 125,7) – 2555,2	49,5 – (47,4 ± 2,15) – 45,3	154,5 – (145,3 ± 9,2) – 136,1	2,82 – (2,57 ± 0,25) – 2,32	3366,5 – (3123,4 ± 243,1) – 2880,3	58,4 – (55,2 ± 3,2) – 52	3220,9 – (2973,3 ± 247,6) – 2725,7	55,8 – (52,5 ± 3,35) – 49,2	1994,7 – (1862,5 ± 132,2) – 1730	35,5 – (32,9 ± 2,55) – 30,4
$-0,6- -1,0\sigma$	нижче середнього	2530,1 – 2429,5	44,8 – 43,1	134,3 – 126,9	2,27 – 2,07	2831,7 – 2637,2	51,4 – 48,8	2676,2 – 2478,1	48,5 – 45,8	1703,9 – 1598,1	29,9 – 27,8
$-1,1- -2,0\sigma$	низький	2404,4 – 2178,1	42,7 – 38,8	125,1 – 108,5	2,02 – 1,57	2588,6 – 2151	48,2 – 42,4	2428,6 – 1982,9	45,1 – 39,1	1571,7 – 1333,7	27,3 – 22,7
$< -2,0\sigma$	дуже низький	$<2178,1$	$<38,8$	$<108,5$	$<1,57$	<2151	$<42,4$	$<1982,9$	$<39,1$	$<1333,7$	$<22,7$

Примітка.  – середній рівень функціональної підготовленості.

ТАБЛИЦЯ 3 – Стандарти функціональної підготовленості хлопців 15–16 років

Сигма	Рівень функціональної підготовленості	Аеробна продуктивність				Анаеробна продуктивність					
		$\dot{V}O_{2max}$, мл·хв ⁻¹	$\dot{V}O_{2max}$, мл·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	ПАНО, Вт	ПАНО, Вт·кг ⁻¹	ВАНТ10, кгМ·хв ⁻¹	ВАНТ10, кгМ·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	ВАНТ30, кгМ·хв ⁻¹	ВАНТ30, кгМ·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹	МКЗР, кгМ·хв ⁻¹	МКЗР, кгМ·хв ⁻¹ ·кг ⁻¹
> 2,0 σ	дуже високий	>3233	>49,9	>200,1	>3,47	> 5272,8	>76,6	>4784,7	>69,8	>2567,4	>40,4
1,1 – 2,0 σ	високий	3002,2 – 3233	45,8–49,9	184,4 – 200,1	3,02 – 3,47	4809,5 – 5272,8	70,8 – 76,6	4327,1 – 4784,7	63,8 – 69,8	2333,8 – 2567,4	36 – 40,4
0,6 – 1,0 σ	вище середнього	2874 – 2976,6	43,5–45,3	175,7 – 182,7	2,77 – 2,97	4552,1 – 4758	67,5 – 70,1	4072,9 – 4276,3	60,4 – 63,1	2204 – 2307,8	33,5 – 35,5
$\bar{x} + 0,5 \sigma$ – ($\bar{x} \pm 0,5 \sigma$) – $\bar{x} - 0,5 \sigma$	середній	2848,4 – (2720,2 ± 128,2) – 2592	43 – (40,7 ± 2,32) – 38,4	174 – (165,3 ± 8,7) – 156,6	2,72 – (2,47 ± 0,25) – 2,22	4500,6 – (4243,2 ± 257,4) – 3985,8	66,8 – (63,5 ± 3,3) – 60,2	4022,1 – (3767,9 ± 254,2) – 3513,7	59,75 – (56,4 ± 3,35) – 53	2178 – (2048,2 ± 129,8) – 1918,4	33 – (30,66 ± 2,42) – 28,2
–0,6 – –1,0 σ	нижче середнього	2566,4 – 2463,8	37,9 – 36	154,9 – 147,9	2,17 – 1,97	3934,3 – 3728,4	59,5 – 56,9	3462,9 – 3259,5	52,4 – 49,7	1892,4 – 1788,6	27,9 – 25,9
–1,1 – –2,0 σ	низький	2438,2 – 2207,4	35,6 – 31,4	146,2 – 130,5	1,92 – 1,47	3676,9 – 3213,6	56,2 – 50,4	3208,7 – 2751,1	49 – 43	1762,6 – 1529	25,4 – 21
< –2,0 σ	дуже низький	<2207,4	<31,4	<130,5	<1,47	<3213,6	<50,4	<2751,1	<43	<1529	<21

Примітка. – середній рівень функціональної підготовленості.

хлопців 13–14 років, за критеріями Я. П. Пярната, відповідає «середньому», а хлопців 15–16 років – «нижчому за середній» рівень. Середнє значення відносного показника $\dot{V}O_{2max}$ підлітків 13–14 років, за Г. Л. Апанасенком, перевищує «безпечний рівень здоров'я», а у осіб 15–16 років знаходиться нижче «безпечного рівня».

Створено критерії оцінювання аеробної й анаеробної продуктивності підлітків. Розроблені

стандарти охоплюють широкий спектр функціональної підготовленості підлітків чоловічої статі 13–14 та 15–16 років.

Перспективи подальших досліджень передбачають дослідження адаптаційних можливостей осіб жіночої статі 13–14 і 15–16 років, а також розробку стандартів оцінювання функціональної підготовленості вказаного контингенту.

Література

1. Апанасенко ГЛ, Попова ЛА, Магльований АВ. Санологія (медичні аспекти валеології): підручник для лікарів-слухачів закладів (факультетів) післядипломної освіти [Sanology (medical aspects of valeology): a textbook for doctors-students of institutions (faculties) of postgraduate education]. Львів: Кварт; 2011.303 с.
2. Брезденюк О. Аеробні можливості студентів 17–21 року з різним компонентним складом маси тіла [Aerobic capacity of 17–21 years old students with different component body composition]. Фізична активність, здоров'я і спорт. 2014;1(15):9-18.
3. Дуло ОА, Фурман ЮМ. Порівняльна характеристика аеробної продуктивності дівчат з різним соматотипом, які проживають у гірських та низинних районах Закарпаття [Comparative characteristics of aerobic performance of females with different somatotype who live in mountainous and lowland areas of Transcarpathia]. Biomedical and Biosocial Anthropology. 2013;20:23-26.
4. Денисова ЛВ, Хмельницькая ИВ, Харченко ЛА. Измерения и методы математической статистики в физическом воспитании и спорте [Measurements and methods of mathematical statistics in physical education and sport]: учеб. пособие для вузов. Киев: Олимпийская. лит.; 2008.127 с.
5. Карпман ВЛ. Тестирование в диагностике физической работоспособности и функциональной готовности спортсменов [Testing in diagnostics of physical work capacity and functional readiness of athletes]. Москва: Физкультура и спорт, 1987.304 с.
6. Коцан ІЯ, Швайко СС, Дмитроца ОР. Вікова фізіологія: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів [Age-related physiology: a study guide for students of higher educational institutions]. Луцьк: Вежа-Друк; 2013. 376 с.

7. Пярнат ЯП. Возрастно-половые стандарты (10–50 лет) аэробной способности человека [Age-gender standards (10–50 years' age) of human aerobic capacity. Dokt. Diss.]: [автореферат]. Москва; 1983.44 с.
8. Фурман ЮМ, Брезденюк ОЮ, Мірошніченко ВМ. Оцінка функціональної підготовленості підлітків 11–12 років за показниками аеробної й анаеробної продуктивності [Estimating functional fitness of teenagers aged 11-12 years by indices of aerobic and anaerobic productivity]. Спортивна медицина і фізична реабілітація. 2020;1:40–43. DOI: <https://doi.org/10.32652/spmed.2020.1.40-43>
9. Фурман Ю, Мірошніченко В, Брезденюк О. Оцінка функціональної підготовленості організму молоді 20–22 років [An estimation of functional preparedness of an organism of youth 20–22 years old]. Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві. 2019; 2(46):41-47. <https://doi.org/10.29038/2220-7481-2019-02-41-47>
10. Фурман ЮМ, Мірошніченко ВМ, Драчук СП. Перспективні моделі фізкультурно-оздоровчих технологій у фізичному вихованні студентів вищих навчальних закладів: монографія [Promising models of health-related physical culture technologies in physical education of higher educational establishments' students]. Київ: Олімпійська л-ра; 2013.184 с.
11. Alves A, Marta C, Neiva H, Izquierdo M, Marques M. Concurrent training in prepubertal children: An update. J. of Human Sport and Exercise. 2018; 13(3), 682-697. doi:<https://doi.org/10.14198/jhse.2018.133.18>
12. Cooper K. Running Without Fear. New York; 1985.125 p.
13. Del Rosso S, Nakamura FY, Boulosa DA. Heart rate recovery after aerobic and anaerobic tests: is there an influence of anaerobic speed reserve?

journal of Sports Sciences. 2017;35(9):820-827. doi:10.1080/02640414.2016.1166391

14. Frikha M, Chaari N, Mezghanni N, Souissi N. Influence of warm-up duration and recovery interval prior to exercise on anaerobic performance. *Biology of Sport*. 2016;33(4):361-366. doi:10.5604/20831862.1221830

15. Furman Y, Brezdeniuk O. Influence of run workloads in a mixed energy supply mode upon functional preparedness of students with a «high» fat component content. *Physical education, sports and health in modern society. Lutsk*; 2017.1(37):52-58. <https://doi.org/10.29038/2220-7481-2017-01-52-58>

16. Furman YuM, Miroshnichenko VM, Brezdeniuk OYu, Furman TYu. An estimation of aerobic and anaerobic productivity of an organism of youth aged 17–19 years old of Podilsk region. *Pedagogics, psychology, medical-biological problems of physical training and sports*, 2018; 22(3):136–141. doi:10.15561/18189172.2018.0304

dok.furman@gmail.com

sandrikk86@gmail.com

victoriaonichuk@gmail.com

17. Galandzovskiy S, Onyshchuk V. Improvement of Respiratory System Performance Among the Students of Transport College by Means of Running Exercises and the Method of Endogenous Hypoxic Respiration. *Physical Education, Sport and Health Culture in Modern Society*, 2017;2(38),75–79. <https://doi.org/10.29038/2220-7481-2017-02-75-79>

18. Inbar O, Bar-Or O, Skinner JS. *The Wingate anaerobic test: development and application*. Champaign IL: Human Kinetics; 1996. 110 p.

19. Miroshnichenko VM, Furman YM, Brezdeniuk OYu, Onyshchuk VE, Gavrylova NV, Salnykova SV. Correlation of maximum oxygen consumption with component composition of the body, body mass of men with different somatotypes aged 25-35. *Pedagogy of Physical Culture and Sports*, 2020;24(6):290-296. <https://doi.org/10.15561/26649837.2020.0603>

20. Shögy A, Cherebetin G. Minutentest auf dem fanradergometer zur bestimmung der anaeroben capacitat Eur. journal Appl. Physiol. 1974.33:171-176.

Надійшла 09.02.2022