

**Н.В. Марюхніч,
В.В. Клапчук**

ОЦІНКА ЗАГАЛЬНОЇ ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТА АЕРОБНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ВЕЛОЕРГОМЕТРІЇ В ДІВЧАТ 11-14-ТИ РОКІВ З ОСЛАБЛЕНИМ ЗОРОМ

*Запорізький національний технічний університет
кафедра фізичної реабілітації і рекреації
(зав. – д. мед. н., проф. В.В. Клапчук)
вул. Жуковського, 64, Запоріжжя, 69063, Україна
Zaporizhka national technical university
Department of physical rehabilitation and recreation
Zhukovsky str., 64, Zaporizhia, 69063, Ukraine
e-mail: nadya.maryukhnich@hotmail.com*

Ключові слова: *фізична працездатність, максимальне споживання кисню, дівчата, ослаблення зору*
Key words: *physical capacity, maximal oxygen consumption, girls, weakening of vision*

Реферат. *Оценка общей физической работоспособности и аэробной продуктивности по результатам велоэргометрии у девушек 11-14-ти лет с ослабленным зрением. Марюхнич Н.В., Клапчук В.В. Средний школьный возраст является критическим периодом развития человека. С целью оценки и сравнения уровня общей физической работоспособности и аэробной продуктивности у девушек 11-14-ти лет, которые имеют ослабление зрения в виде близорукости слабой и средней степени, а также близорукий астигматизм, использован велоэргометрический тест PWC₁₇₀. Оценили мощность выполненной нагрузки и рассчитали показатели максимального потребления кислорода. Установлено, что абсолютные показатели общей физической работоспособности и максимального потребления кислорода у девушек достоверно увеличились с возрастом: на 8,7%, 17,9% и 19% - тест PWC₁₇₀, и на 8,4%, 6,4% и 13,4% - аэробная продуктивность по МПК. А относительно массы тела уменьшились на 8,4%, 6,4% и 13,4% - тест PWC₁₇₀, и на 12,8%, 14,8% и 21,8% - аэробная продуктивность по МПК. Относительные показатели МПК девушек 11, 12 и 13-ти лет с ослабленным зрением относятся к среднему уровню аэробной мощности, а девушки 14-ти лет – к уровню ниже среднего.*

Abstract. *Assessment of exercise performance and aerobic efficiency by the results of veloergometry in girls aged 11-14 years with the weak sight. Maryukhnich N.V., Klapchuk V.V. Secondary school age is a critical period in the development of a person. For the purpose to evaluate and compare the level of exercise performance and aerobic performance in 90 girls at the age of 11-14 with impaired vision in the form of weak and moderate myopia, as well as myopic astigmatism, veloergometric test PWC₁₇₀ was used. Power of performed load was estimated and indices of maximum oxygen consumption were calculated. It is established that absolute levels of physical performance and maximal oxygen consumption in girls significantly increased with age: 8.7%, 17.9% and 19% test PWC₁₇₀ and 8.4%, 6.4% and 13.4% – aerobic performance by GMT. Relatively to body mass they decreased by 8.4%, 6.4% and 13.4% – test PWC₁₇₀, and 12.8%, 14.8% and 21.8 per cent – aerobic performance by GMT. Relative indicators of MPCS girls at the age of 11, 12 and 13 with impaired vision are of the average level of aerobic capacity and girls at the age of 14 – below average.*

Середній шкільний вік є критичним періодом у розвитку людини. Процес статевого дозрівання супроводжується нерівномірним формуванням та дозріванням функціональних систем організму. Останнім часом умови життя дітей шкільного віку значно змінилися. Більшість з них зменшили свою рухову активність, особливо дівчата, що призвело до ослаблення їх м'язової діяльності [7, 8]. При цьому їх зорове навантаження збільшилось, особливо на близькій відстані. Це призвело до ослаблення зору вдаль та розвитку короткозорості. Тому все більше увага вчених спрямована на пошук зв'язку між фізичним

розвитком дитини та його зоровими функціями, а саме - прогресуванням короткозорості внаслідок негармонійного фізичного розвитку дитини у шкільний період [3, 7, 11]. На цю думку їх наптовхнув слабкий, короткотривалий ефект лікування розладів лише з боку зорового апарату. Організм дитини почали розглядати інтегрально, враховуючи кореляційні зв'язки між усіма системами органів, які в шкільні роки ще продовжують своє формування [3, 11]. Фізична працездатність, як кількісний показник соматичного здоров'я людини, характеризує рівень його життєдіяльності, який базується на русі. Цей

показник складається з усіх форм м'язової активності, залежить від здатності та готовності людини до фізичної праці, а також від особливостей його адаптаційних механізмів [9]. Лінійна залежність між навантаженням та показниками діяльності фізіологічних систем організму дозволяє оцінити інтенсивність навантаження за даними хронотропної реакції серця та максимальним споживанням кисню (МСК) [5]. Загальновідомо, що кількість спожитого м'язами кисню еквівалентно виробленій ними праці. Чим вище МСК, тим більша абсолютна потужність максимального аеробного навантаження, саме цим пояснюється залежність цього показника від систем транспортування й утилізації кисню [4, 7, 9]. Проте в дівчат середнього шкільного віку з ослабленим зором таких досліджень у доступній літературі ми не зустріли.

Мета дослідження – оцінити та порівняти рівень загальної фізичної працездатності та аеробної продуктивності дівчат у віці 11-14-ти років, які мають ослаблення зору у вигляді короткозорості слабкого та середнього ступеня, а також короткозорого астигматизму.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Дослідження проводилося на базі Запорізького класичного ліцею серед дівчат 4-8 класів віком 11-14 років. Усього обстежено 90 дівчат з правильним положенням очей, бінокулярним характером зору та без органної патології органу зору. Серед них з короткозорістю слабкого ступеня було 67 дівчат (134 ока), короткозорістю середнього ступеня – 23 дівчини (46 очей). Ступень астигматизму коливався від 0,25 до 1,5 дптр. Некорегована гострота зору становила 0,1-1,0 з корекцією зору до 1,0.

Для оцінки загальної фізичної працездатності ми обрали тест з субмаксимальною потужністю фізичного навантаження PWC₁₇₀ (перші літери англійського терміну фізичної працездатності - Physical Working Capacity) до досягнення частоти серцевих скорочень (ЧСС) 170 ударів за хвилину. За допомогою апарата (МИДАС ЕК-1Т, Україна) реєстрували електрокардіограму, яку при навантажувальному тестуванні оцінювали за критеріями ВООЗ [2]. Фізичну працездатність оцінювали у Вт. Рівень МСК розраховували за формулою В.Л. Карпмана [2]: $МСК = 1,7 \times PWC_{170}$ (кгм/хв)+1240, мл/хв. Кожний обстежений на велоергометрі (Kettler, Німеччина) виконував два навантаження різної потужності тривалістю по 5 хвилин. Наприкінці кожного навантаження реєстрували ЧСС, системний артеріальний тиск (АТ) систолічний і діастолічний. При постійній частоті педалювання (60 об./хв.) навантаження

дозувалось індивідуально залежно від маси тіла та зросту обстежених. Для розрахування потужності першого велоергометричного навантаження використовували формулу Т.Ю. Круцевич [5]:

$$N_1 = 6,23 + 0,11y + 0,65x,$$

де: N- потужність навантаження, x - маса тіла, кг; y – зріст, см.

Другу (субмаксимальну) потужність навантаження визначали розрахунковим шляхом залежно від ЧСС наприкінці 5 хв. першого навантаження тесту, від чого залежав відсоток збільшення потужності навантаження. Після кожного навантаження був трихвилинний період відновлення, наприкінці якого реєстрували ЧСС та АТ. Вимірювання ЧСС проводили електрокардіографічним методом, АТ – методом Короткова. Величину PWC₁₇₀ отримували шляхом екстраполяції за допомогою формули В.Л. Карпмана [2]:

$$PWC_{170} = N_1 + (N_2 - N_1) \times \frac{(170 - f_1)}{f_2 - f_1},$$

де N₁ і N₂ – потужність двох навантажень; f₁ і f₂ – відповідні ЧСС.

Про адекватність фізичного навантаження при тестуванні судили за зовнішніми ознаками втоми, величиною ЧСС, АТ та змінами електрокардіограми відповідно до критеріїв ВООЗ, запропонованих для умов навантажувального тестування [2].

Отримані дані оброблені на IBM-PC пакетом прикладних і статистичних програм «Microsoft Excel 2003» та «Statistica 6.0». Розраховували середнє (M), його стандартну помилку (m). Достовірність відмінностей (p) оцінювали за t-критерієм Стьюдента. При p<0,05 відмінності вважали статистично достовірними [10].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

При дослідженні показників загальної фізичної працездатності за тестом PWC-170 (абсолютні значення та відносно маси тіла) залежно від віку обстежених дівчат отримані результати, наведені в таблиці 1.

З таблиці 1 видно, що абсолютний показник PWC₁₇₀ у групі 12-ти річних становив 93,99±1,37 Вт, 13-ти річних - 102,00±2,48 Вт, 14-ти річних – 103,12±4,67 Вт, що демонструє статистично достовірне збільшення фізичної працездатності з віком порівняно з 11-ти річними, в яких він досягав 86,46±1,35 Вт. При порівнянні показників PWC₁₇₀ у дівчат 12 та 13-ти років

збільшення також має статистичну достовірність ($t=2,8$; $p<0,05$). А от відмінності показників дівчат 13 та 14-ти років мають незначний характер і знаходяться в межах статистичної помилки ($t=0,21$; $p>0,05$). Відносно маси тіла він виявився більшим у віці 11-ти років і становив $2,02\pm 0,02$ Вт/кг, а зі збільшенням віку цей показник достовірно зменшувався і становив у віці

12-ти років $1,85\pm 0,03$, 13-ти років – $1,89\pm 0,02$, 14-ти років – $1,75\pm 0,05$. При порівнянні відносного показника PWC_{170} між групами дівчат 12 та 13-ти років не виявлено статистично достовірної різниці ($t=1,11$; $p>0,05$), а от між групами дівчат 13 та 14-ти років цей показник був достовірно нижче в 14-тирічних ($t=2,6$; $p<0,05$).

Таблиця 1

Показники загальної фізичної працездатності за тестом PWC_{170} у дівчат різного віку з ослабленим зором, $M\pm m$

Показники	Вік				Статистичні показники		
	1 група	2 група	3 група	4 група	P1-2	P1-3	P1-4
	11 років (n=39)	12 років (n=22)	13 років (n=19)	14 років (n=10)			
PWC_{170} , Вт	$86,46\pm 1,35$	$93,99\pm 1,37$	$102,00\pm 2,48$	$103,12\pm 4,67$	<0,05	<0,05	<0,05
PWC_{170} \ маса тіла, Вт/кг	$2,02\pm 0,02$	$1,85\pm 0,03$	$1,89\pm 0,02$	$1,75\pm 0,05$	<0,05	<0,05	<0,05

Фізіологічною основою витривалості та фізичної працездатності є аеробні процеси енергозабезпечення [3,5]. Отримані дані свідчать, що відносні показники МСК дівчат 11, 12 і 13-ти

років належать до середнього рівня аеробної потужності, а в дівчат 14-ти років – до рівня нижче середнього. Залежність показників МСК дівчат з ослабленим зором від віку наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Показники максимального споживання кисню в дівчат різного віку з ослабленим зором, $M\pm m$

Показники	Вік				Статистичні показники		
	1 група	2 група	3 група	4 група	P1-2	P1-3	P1-4
	11 років (n=39)	12 років (n=22)	13 років (n=19)	14 років (n=10)			
МСК, мл/хв	$2121,92\pm 13,79$	$2198,71\pm 13,98$	$2280,41\pm 25,26$	$2291,87\pm 47,63$	<0,05	<0,05	<0,05
МСК \ маса тіла, мл/хв/кг	$49,83\pm 0,68$	$43,47\pm 0,72$	$42,47\pm 0,55$	$38,97\pm 0,93$	<0,05	<0,05	<0,05

Як видно з таблиці 2, при виконанні м'язової роботи МСК у дівчат 11-ти років дорівнювало $2121,92\pm 13,79$ мл/хв, а в групах 12, 13 і 14-ти років показники МСК були достовірно вищі порівняно з цими значеннями. Збільшення показників МСК між групами дівчат 12 та 13-ти років також має статистичну достовірність ($t=2,8$; $p<0,05$), на відміну від показників дівчат 13 та 14-ти років, коли збільшення показників МСК не має статистичної достовірності ($t=0,2$; $p>0,05$). При оцінці показників МСК відносно маси тіла отримали такі результати: найбільш високий показник виявився у віці 11-ти років і становив

$49,83\pm 0,68$ мл/хв/кг, а потім зі збільшенням віку він достовірно зменшувався і становив у віці 12-ти років $43,47\pm 0,72$, 13-ти років – $42,47\pm 0,55$, 14-ти років – $38,97\pm 0,93$ мл/хв/кг. Зміни показників МСК всіх груп порівняно з 11-ти річними мають статистично достовірну різницю. При порівнянні відносних показників МСК між групами дівчат 12 та 13-ти років різниця не мала статистичної достовірності ($t=1,1$; $p>0,05$), а у групі дівчат 13 та 14-ти років останні мали достовірно нижчі показники ($t=3,2$; $p<0,05$).

Усі обстежені запропоноване тестування перенесли добре. Відмови не було. Функціональні

критерії адекватності фізичного навантаження не перевищували припустимі для субмаксимального тесту.

Таким чином, отримані при навантажувальному тестуванні досліджені показники змінювались по-різному: абсолютні показники загальної фізичної працездатності за тестом PWC-170 достовірно зросли з віком на 8,7%, 17,9% та 19,3%, а аеробна продуктивність за МСК достовірно збільшилась із віком на 3,6%, 7,4% та 8%. Відносно маси тіла показники тесту PWC-170 достовірно зменшились на 8,4%, 6,4% та 13,4%, а відносні показники МСК із віком достовірно зменшились на 12,8%, 14,8% та 21,8%. Це дає підстави припустити, що зменшення показників відносно маси тіла досліджених пов'язано зі швидким збільшенням маси тіла дівчат з віком і одночасно з недостатньою їх фізичною підготовленістю, що лімітувало виконання ними тесту на витривалість. Отримані результати дослідження підтверджують дані інших авторів про зв'язок між негармонійним фізичним розвитком дитини у шкільний період з виникненням розладу зорових функцій [3, 4, 8, 11].

ВИСНОВКИ

1. У нашому дослідженні встановлено, що в дівчат 11-14 років з короткозорістю слабкого й середнього ступеня та короткозорим астигматизмом абсолютні показники загальної фізичної працездатності за тестом PWC-170 достовірно

зросли з віком на 8,7%, 17,9% та 19,3%, а аеробна продуктивність за МСК достовірно збільшилась із віком на 3,6%, 7,4% та 8%. Відносно маси тіла показники тесту PWC-170 достовірно зменшились на 8,4%, 6,4% та 13,4%, а відносні показники МСК із віком достовірно зменшились на 12,8%, 14,8% та 21,8%. Це дає підстави припустити, що зменшення показників відносно маси тіла досліджених пов'язано зі швидким збільшенням маси тіла дівчат із віком і одночасно з недостатньою їх фізичною підготовленістю, що лімітувало виконання ними тесту на витривалість.

2. Відносні показники МСК дівчат 11, 12 і 13-ти років з ослабленням зору належать до середнього рівня аеробних можливостей, а в дівчат 14-ти років – до рівня нижче середнього. Оскільки має місце його вікове зниження, отримані результати обґрунтовують необхідність більш інтенсивних фізичних тренувань в аеробному режимі зі збільшенням віку дівчат.

3. У подальшому доцільно розробити і застосувати комплексну програму фізичної реабілітації та дослідити її вплив на показники загальної фізичної працездатності та аеробної продуктивності з одночасною оцінкою стану зорового аналізатору дівчат середнього шкільного віку з короткозорістю слабкого й середнього ступеня та короткозорим астигматизмом.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Васильева Р.М. Особенности физической работоспособности в разных зонах мощности у детей 7 – 15 лет / Р.М. Васильева, Д.П. Букреева, В.Т. Сонькин // Рос. физиол. журнал им. И.М. Сеченова. – 2004. – Т. 90, № 8. – С. 357.
2. Детская спортивная медицина: Руководство для врачей / под ред. С.Б. Тихвинского, С.В. Хрущёва. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Медицина, 1991. – 560 с.
3. Должич Г.И. О взаимосвязи клинического течения близорукости с особенностями физического развития детей и подростков / Г.И. Должич, Н.Ю. Пыльцина // Вестник офтальмологии. – 2008. – № 5. – С. 50-52.
4. Дудина Е.А. Аэробные возможности и состояние здоровья: клиничко-морфофункциональные параллели / Е.А. Дудина // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 1. – С. 26-27.
5. Круцевич Т.Ю. Контроль в физическом воспитании детей, подростков и юношей / Т.Ю. Круцевич, М.И. Воробьев. – Киев: Полиграф-Експресс, 2005. – 195 с.
6. Мукатаева Ж.М. Морфофункциональное развитие школьников разных соматотипов, проживающих в городской и сельской местности / Ж.М. Мукатаева // Наука и новые технологии. – 2008. – № 5-6. – С. 88-94.
7. Онтогенез мышечной работоспособности: причины и следствия / Г.М. Маслова [и др.] // Физиология развития человека: материалы междунар. конф., 22-24 июня 2009. – Москва: Вердана, 2009. – С. 61-62.
8. Святковская Е.Ю. О некоторых показателях физического развития детей в связи с функциональными особенностями органа зрения / Е.Ю. Святковская, Т.Я. Святковская // Вестник ОГУ. – 2013. – № 4 (153). – С. 225-227.
9. Солодков А.С. Физическая работоспособность спортсменов и общие принципы ее коррекции (часть 1) / А.С. Солодков // Ученые записки. – 2014. – № 3. – С. 148-157.
10. Стенон Гланц. Медико-биологическая статистика; [пер. с англ.] / Стенон Гланц. – Москва: Практика, 1999. – 459 с.
11. Чередниченко Н.Л. Кардиореспираторные показатели у детей с аномалиями рефракции в различных возрастных группах / Н.Л. Чередниченко, Е.Л. Тарутта, Л.П. Чередниченко // Рос. педиатр. офтальмология. – 2013. – № 2. – С. 44-47.

REFERENCES

1. Vasil'eva RM. [Features of physical working capacity in different zones of power in children aged 7-15 years]. *Rossiyskiy fiziologicheskiy zhurnal im. I.M. Sechenova*. 2004;90(8):357. Russian.
2. [Children's sports medicine: The management for doctors]. Pod red. S.B.Tikhvinskogo, S.V.Khrushcheva. M.: Meditsina. 1991;560. Russian.
3. Dolzhich GI. [About interrelation of clinical course of short-sightedness with features of physical development of children and teenagers]. *Vestnik oftal'mologii*. 2008;5:50-52. Russian.
4. Dudina EA. [Aerobic opportunities and state of health: clinical-morphofunctional parallels]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury*. 2006;1:26-27. Russian.
5. Krutsevich TYu. [Control in physical training of children, teenagers and young men]. Kiev: Poligraf-Ekspress. 2005;195. Russian.
6. Mukataeva ZhM. [Morpho-functional development of schoolgirls of the different somatotype living in city and rural areas]. *Nauka i novye tekhnologii*. 2008;5-6:88-94. Russian.
7. Maslova GM, et al. [Ontogenesis of muscular working capacity: causes and effects]. *Fiziologiya razvitiya cheloveka: materialy mezhdunar. konf., 22-24 iyunya*. 2009; M.: Verdana, 2006;61-62. Russian.
8. Svyatkovskaya EYu. [About some indicators of physical development of children in connection with functional features of organ of vision]. *Vestnik OGU*. 2013;4(153):225-7. Russian.
9. Solodkov AS. [Physical efficiency of athletes and general principles of its corrections (part 1)]. *Uchenye zapiski*. 2014;3:148-57. Russian.
10. Stenon Glants. [Medicobiological statistics; translation from English]. M.: Praktika. 1999;459. Russian.
11. Cherednichenko NL. [Cardiorespiratory indicators in children with anomalies of a refraction in various age group]. *Rossiyskaya pediatricheskaya oftal'mologiya*. 2013;2:44-47. Russian.

Стаття надійшла до редакції
01.06.2016

