

Kashuba Vitaliy, Nosova Natalia. Characteristics of biomechanical properties of child's foot 5-6 years old in the physical rehabilitation process. *Journal of Education, Health and Sport*. 2017;7(5):1086-1095. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.2591638> <http://ojs.ukw.edu.pl/index.php/johs/article/view/6690>

The journal has had 7 points in Ministry of Science and Higher Education parametric evaluation. Part B item 1223 (26.01.2017).
1223 Journal of Education, Health and Sport eISSN 2391-8306 7

© The Author (s) 2017;

This article is published with open access at Licensee Open Journal Systems of Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz, Poland

Open Access. This article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Noncommercial License which permits any noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author(s) and source are credited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited. This is an open access article licensed under the terms of the Creative Commons Attribution Non Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted, non commercial use, distribution and reproduction in any medium, provided the work is properly cited. The authors declare that there is no conflict of interests regarding the publication of this paper. Received: 05.05.2017. Revised: 23.05.2017. Accepted: 31.05.2017.

Characteristics of biomechanical properties of child's foot 5-6 years old in the physical rehabilitation process

Vitaliy Kashuba, Natalia Nosova

National University of Ukraine on Physical Education and Sports, Kyiv

Abstract

Actuality. Pre-school age is the most responsible period in the physical development process and in a child's personality formation. The disorders in the motor function of the foot are the most common among the various pathologies of a child's lower extremities. Many researchers have found that unfixed disorders with child's foot can eventually lead to serious changes throughout the organism and cause pathology. The study of the foot support-spring function peculiarities of children 5-6 years old in the physical rehabilitation process is not sufficiently highlighted in the available special literature.

Research objective: to study the support-spring properties of a child's foot 5-6 years old as a development precondition for the technology of the correction of unfixed disorders in children's support-motional apparatus with physical rehabilitation using. **Research results.** It was established that the foot length of preschool children was within the age norm, the minimum length was 135.1 mm, and the maximum one was 201.2 mm. The obtained average statistical data of the metatarsal angle α° and the heel angle β° in children 5-6 years old indicate the heterogeneity of the group; the range of the metatarsal angle was in the interval from 0.24° to 21.52° and the range of the heel angle was from 12.46° to 32.38° respectively. We have not established statistically significant differences at the level $p > 0.05$ in all

indicators of the foot support-spring functions of children 5-6 years old with posture disorders and with normal posture.

Conclusions. There are three main functions which characterize a normal foot: spring, balancing and pushing. The development process of the support-motional apparatus of children 5-6 years old is influenced by various factors and is subjected to some changes, including pathological. The disorders of the foot motor function occupy the first place among the various pathologies of the lower extremities in children of preschool age. It is known that, in the preschool age, the foot is in the stage of intensive development; its formation has not yet been completed, so any adverse actions can lead to the certain functional changes.

Prospects for further research are related to the development and implementation of the concept for the correction and prevention of functional disorders in the support-motional apparatus of senior preschool aged children in the physical rehabilitation process.

Key words: children, preschool, age, biomechanical, properties, foot, physical, rehabilitation.

Характеристика біомеханічних властивостей стопи дітей 5-6 років у процесі фізичної реабілітації

Віталій Кашуба, Наталія Носова

Національний університет фізичного виховання і спорту України, м. Київ

Анотація

Актуальність. Дошкільний вік – найбільш відповідальний період у процесі фізичного розвитку та формування особистості дитини. Серед різних патологій нижніх кінцівок дітей найрозповсюдженішими є порушення рухової функції стопи. Багатьма дослідниками встановлено, що нефіксовані порушення стопи дітей з часом можуть призвести до серйозних змін в усьому організмі та стати причиною виникнення патології. У доступній спеціальній літературі вивчення особливостей опорно-ресорної функції стопи дітей 5-6 років у процесі фізичної реабілітації висвітлено недостатньо.

Завдання дослідження: вивчити опорно-ресорні властивості стопи дітей 5-6 років, як передумову розробки технології корекції нефіксованих порушень опорно-рухового апарату дітей із застосуванням засобів фізичної реабілітації. **Результати дослідження.** Встановлено, що довжина стопи у дошкільнят знаходилась в межах

вікової норми: мінімальний результат на рівні 135,1 мм, а максимальний - 201,2 мм. Отримані середньостатистичні дані щодо плесневого кута α° и п'яткового кута β° у дітей 5-6 років свідчать про неоднорідність групи, рознос даних показників знаходиться в діапазоні від $0,24^\circ$ до $21,52^\circ$ (плесневий кут) и от $12,46^\circ$ до $32,38^\circ$ (п'ятковий кут) відповідно. Нами не встановлено статистично достовірних відмінностей на рівні $p > 0,05$ за усіма показниками опорно-ресорних функцій стопи у дітей 5-6 років з порушеннями постави і нормальною поставою.

Висновки. Виділяють три основні функції, що властиві нормальній стопі: ресорна, балансувальна та поштовхові. Процес розвитку опорно-рухового апарату дітей 5-6 років знаходиться під впливом різних факторів і піддається деяких змін, в тому числі патологічним. Серед різних патологій нижніх кінцівок у дітей дошкільного віку перше місце займають порушення рухової функції стопи. Як відомо, в дошкільному віці стопа знаходиться в стадії інтенсивного розвитку, її формування ще не завершено, тому будь-які несприятливі дії можуть привести до виникнення тих чи інших функціональних відхилень.

Перспективи подальших досліджень пов'язані із розробкою та впровадженням концепції корекції та профілактики функціональних порушень опорно-рухового апарату дітей старшого дошкільного віку у процесі фізичної реабілітації.

Ключові слова: діти, дошкільного, віку, біомеханічні, властивості, стопи, фізична, реабілітація.

Постановка наукової проблеми. Як відзначають науковці [9, 10], соціально-економічні проблеми, що існують нині в країні, загальна тенденція до погіршення стану здоров'я, гіподинамія, несприятлива екологічна ситуація найбільше відзначаються на опорно-руховому апараті людини. Опорно-руховий апарат людини має багато функцій, найважливішими з яких є забезпечення опори, захисту та рухів тіла. Стопа як один з найважливіших органів прямоходіння людини в умовах природних локомоцій виконує не тільки функцію опори, але й забезпечує організацію ресорних взаємодій тіла людини з опорною поверхнею [8].

Дошкільний вік – найбільш відповідальний період у процесі фізичного розвитку та формування особистості дитини [1]. Серед різних патологій нижніх кінцівок дітей найрозповсюдженішими є порушення рухової функції стопи. Багатьма дослідниками встановлено, що нефіксовані порушення стопи дітей з часом можуть призвести до

серйозних змін в усьому організмі та стати причиною виникнення серйозної патології [8, 10, 13, 14].

У доступній спеціальній літературі вивчення особливостей опорно-ресорної функції стопи дітей 5-6 років у процесі фізичної реабілітації висвітлено недостатньо.

Мета дослідження – вивчити опорно-ресорні властивості стопи дітей 5-6 років, як передумову розробки технології корекції нефіксованих порушень опорно-рухового апарату дітей із застосуванням засобів фізичної реабілітації.

Завдання дослідження:

1. Вивчити показники опорно-ресорних властивостей стопи у дітей 5-6 років.
2. Порівняти показники опорно-ресорних властивостей стопи у дітей 5-6 років з різними типами постави.

Методи дослідження: аналіз спеціальної науково-методичної літератури, документальних матеріалів, педагогічні спостереження й експеримент з використанням антропометрії, відеометрії за допомогою програми «Big Foot», а також методів математичної статистики.

Виклад основного матеріалу дослідження. Зважаючи на результати отримані під час реалізації програми «Big Foot» ми визначили кутові та лінійні характеристики стопи в сагітальній площині. Результати досліджень представлені в табл.1.

Таблиця 1

Середньостатистичні показники опорно-ресорних властивостей стопи у дітей 5-6 років (n=73)

Показники	Діти 5-6 років (n=73)					
	\bar{x}	S	Me	25%	75%	V%
Довжина стопи, мм	175,6	13,46	1,9	175,3	169,4	7,7
Висота склепіння, мм	19,3	4,78	19,0	16,3	22,0	24,8
Довжина опорної частини стопи, мм	117,7	23,16	117,3	110,3	122,6	20,2
Висота гомілковостопного суглоба, мм	55,7	7,71	54,3	51,3	57,9	13,8
Вираженість склепіння, мм	0,19	0,04	0,19	0,15	0,21	21,1
Висота підйому, мм	35,9	3,03	35,5	33,4	38,4	8,4
α°	17,1	6,2	16,9	14,3	18,3	36,2
β°	23,7	6,68	23,2	18,7	27,4	28,2
φ°	139,2	10,77	139,9	136,0	147,2	7,0
Індекс Фрідлянда	20,6	1,98	20,3	19,2	21,6	9,6

Довжина стопи у дошкільнят знаходилась в межах вікової норми, мінімальний результат знаходився на рівні 135,1 мм, а максимальний 201,2 мм, коефіцієнт варіації складає 7,7 %, що свідчить про однорідність групи. За показниками висоти склепіння група не однорідна – $S=23,16$,мм, а $V= 24,8$ % (більше 15%). Середньостатистичний результат довжини опорної частини стопи, у дітей 5-6 років складає 117,7 мм, рознос за Me (25 %; 75 %)=117,3 (110,3; 122,6). Мінімальний та максимальний результати складають 106,5 мм, і 139,9 мм відповідно, $V= 20,2$ %, що свідчить про неоднорідність групи.

Показники висоти гомілкостопного суглоба у дітей 5-6 років знаходились в діапазоні від 40,2 мм до 67,6 мм, $V=13,8$ %, що свідчить про однорідність групи.

В теперішньому дослідженні в якості критеріїв оцінки розвитку склепіння стопи, ми використовували плесневий кут (α°), який відображає ресорні властивості стопи, що пов'язані з підтримкою склепіння стопи активними компонентами – м'язами, а також п'яточний кут (β°), який пов'язаний з пасивними компонентами, що обумовлюють особливості зчленування кісток та зв'язкового апарату стопи. Окрім цього ми оцінювали також кут поздовжнього склепіння (ξ°).

Отримані середньостатистичні дані плесневого кута α° і п'яточного кута β° у дітей 5-6 років свідчать про неоднорідність групи, рознос даних показників знаходиться в діапазоні від $0,24^\circ$ до $21,52^\circ$ (плесневий кут) та від $12,46^\circ$ до $32,38^\circ$ (п'ятковий кут) відповідно.

Середньостатистичний результат кута поздовжнього склепіння стопи (ξ°) у дітей 5-6 років, який представлено в таблиці 1 свідчить про наявність плоскостопості I ступеня. Рознос показників знаходився в такому діапазоні: від $118,2^\circ$ до $166,46^\circ$. Оскільки за величиною кута поздовжнього склепіння стопи (ξ°) можна діагностувати ступінь плоскостопості, нами було проведено відповідний аналіз та виявлено, що 43,8 % (від загальної вибірки) дітей мають плоскостопість I ступеню, 53,4 % (від загальної вибірки) плоскостопість II ступеню і 2,8 % (від загальної вибірки) плоскостопість III ступеню.

Аналізуючи середньостатистичні результати індексу Фрідлянда у дітей 5-6 років, за допомогою якого можна визначити степінь плоскостопості, прийшли до висновку, що група однорідна, $V=9,6$ %. В процентному співвідношенні діти, що мають різко виражену плоскостопість складають 97,2 % від загальної вибірки, плоска стопа і знижене склепіння по 1,4 % в кожній групі.

В нашому дослідженні ми провели порівняльний аналіз опорно-ресорних функцій стопи у дітей з порушеннями постави у фронтальній та сагітальній площинах, результати представлені в табл. 2.

Як видно з таблиці 2 достовірність відмінностей статистично не значима на рівні $p > 0,05$ за всіма показниками опорно-ресорних функцій стопи. Ряд показників, а саме довжина опорної частини стопи на 6,1 мм вище у дітей з порушеннями постави у фронтальній площині, висота гомілковостопного суглоба на 1,9 м, висота підйому на 0,2 мм, кут α° на $1,2^\circ$. У дітей з порушеннями постави в сагітальній площині вище показники висоти склепіння стопи, кут β° .

Таблиця 2

Показники опорно-ресорних властивостей стопи у дітей з порушеннями постави (n=73)

Показники	Діти з порушеннями постави у фронтальній площині (n=36)		Діти з порушеннями постави у сагітальній площині (n=37)		p
	\bar{x}	S	\bar{x}	S	
Довжина стопи, мм	175,6	12,77	175,7	14,15	> 0,05
Висота склепіння, мм	19,1	4,12	19,6	5,44	>0,05
Довжина опорної частини стопи, мм	120,8	34,34	114,7	11,99	>0,05
Висота гомілковостопного суглоба, мм	56,6	9,6	54,7	5,84	> 0,05
Вираженість склепіння, мм	0,18	0,03	0,19	0,05	>0,05
Висота підйому, мм	36,1	3,28	35,9	2,79	>0,05
α°	17,7	7,82	16,5	4,61	> 0,05
β°	22,9	5,62	24,5	7,74	> 0,05
ϵ°	139,4	9,86	139,0	11,68	> 0,05
Індекс Фрідлянда	20,6	1,95	20,5	2,01	> 0,05

Висновки. Опорно-руховий апарат дітей 5-6 років в своєму розвитку знаходиться під впливом різних факторів та піддається деяким змінам, в тому числі патологічним. Серед різних патологій нижніх кінцівок у дітей дошкільного віку одне з перших місць займають функціональні порушення стоп. Як відомо, у дошкільному віці стопа інтенсивно росте, її формування ще не завершено, тому любі несприятливі дії можуть призвести до виникнення тих чи інших функціональних відхилень. Встановлено, що довжина стопи у дошкільнят знаходиться в межах вікової норми.

Отримані середньостатистичні дані плесневого кута α° та п'яткового кута β° у дітей 5-6 років свідчать про неоднорідність групи, рознос даних показників знаходиться в діапазоні від $0,24^\circ$ до $21,52^\circ$ (плесневий кут) та від $12,46^\circ$ до $32,38^\circ$ (п'ятковий кут) відповідно. Нами не встановлена статистична достовірність відмінностей на рівні $p > 0,05$ за всіма показниками опорно-ресорних функцій стопи у дітей 5-6 років з порушеннями постави та нормальною поставою.

Перспективи подальших досліджень пов'язані із розробкою та впровадженням концепції корекції та профілактики функціональних порушень опорно-рухового апарату дітей старшого дошкільного віку у процесі фізичної реабілітації.

Список літературних джерел

1. Бондарь ЕМ. Коррекция функциональных нарушений опорно-двигательного аппарата у детей 5–6 лет с учетом пространственной организации их тела [автореферат]. Киев; 2009. 24 с.
2. Кашуба В.А., Сергиенко К.Н., Валиков Д.П. Компьютерная диагностика опорно-ресорной функции стопы человека. Физ. воспитание студентов творческих специальностей. Сб. науч. тр./ Под. ред. С.С. Ермакова. – Харьков: ХХПИ, 2002. – № 1. – С. 11-16.
3. Кашуба, В.А. Биомеханика осанки. Київ: Олимпийская література, 2003. Print.
4. Кашуба В.А., Тышко Е.М Биомеханическая коррекция нефиксированных нарушений опорно-двигательного аппарата детей дошкольного возраста. Сборник научных трудов “Физическое воспитание студентов творческих специальностей”. Харьков. 2004., № 1. С. 71-77.
5. Кашуба В. А., Сергиенко К. Н. Технологии биомеханического контроля состояния опорно-ресорной функции стопы человека. Материалы I Международной научно-практической конференции «Биомеханика стопы человека». Гродно, 2008. С. 32-34.
6. Кашуба В.О., Бондар О.М. Сучасні оздоровчі технології у фізичному вихованні дітей старшого дошкільного віку. Спортивний вісник Придніпров'я. 2010. №2. С.139-141.
7. Кашуба В., Носова Н., Бибик Р. Контроль состояния пространственной организации тела человека в процессе физического воспитания: история вопроса, состояние, пути решения Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному

суспільстві : зб. наук. пр. Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки / уклад. А.В. Цьось, А.І. Альошина. – Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2012. Вип. 7. С. 10-19.

8. Кашуба В., Гончарова Н., Ткачева А. Диагностика осанки человека: история и современное состояние. Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Фізичне виховання і спорт : журнал / уклад. А. В. Цьось, А. І. Альошина. – Луцьк : Східноєвроп. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2017. Вип. 26. С. 42-53.

9. Лапутин А. Н., Кашуба В. А., Сергиенко К. Н. Технология контроля двигательной функции стопы школьников в процессе физического воспитания : метод. пособие для студ. II курса фак. спорт. медицины и физ. реабилитации. Киев, 2003. 67 с.

10. Лапутин А.Н., Кашуба В.А. Гамалий В. В., Сергиенко К. Н. Диагностика морфофункциональных свойств стопы спортсменов. Наука в олимп. спорте. 2003. С. 41-56.

11. Носова Н., Коломієць Т., Бишевец Н. Визначення локалізації ЗЦМ як основа управління ортоградною позою дітей 5-6 років у процесі занять фізичними вправами. Молодіжний наук. вісник Східноєвроп. нац. ун-ту ім. Лесі Українки. Фізичне виховання і спорт. 2017;(26):49-53.

12. Футорний С., Носова Н., Коломієць Т. Сучасні підходи до оцінки рівня стану постави людини в процесі занять фізичними вправами. Вісник Прикарпатського університету. 2017; 25-26: 296-302.

13. Mykhaylova N., Grygus I. Zasady organizacyjne koncepcji rehabilitacji dzieci z wrodzoną stopą szpotawą. Potrzeby i standardy współczesnej rehabilitacji. VI Międzynarodowe Dni rehabilitacji. Rzeszów, 2014. S. 122–123.

14. Mykhaylova H., Prusik Katarzyna, Prusik Krzysztof, Grygus I. Modern approaches to organization of physical rehabilitation of children with congenital clubfoot. Journal of Health Sciences. 2013; 3 (9): 31-40.

References

1. Bondar E.M. Correction of functional disorders of the support-motional apparatus in children 5–6 years old, taking into account the spatial organization of their body [abstract]. Kiev; 2009. 24 p.

2. Kashuba V.A., Sergienko K.N., Valikov D.P. Computer diagnostics of the support-spring function of the human foot. Physical education of students of creative

specialties. Collection of scientific works. / Ed. S.S. Ermakov. - Kharkov: KhKhPI, 2002. – No. 1. - P. 11-16.

3. Kashuba, V.A. Biomechanics of posture. Kiev: Olympic Literature, 2003. Print.

4. Kashuba V.A., Tyshko E.M. Biomechanical correction of non-fixed disorders of the support-motional apparatus of children in preschool age. Collection of scientific papers "Physical education of students of creative specialties." Kharkov. 2004., No. 1. P. 71-77.

5. Kashuba V. A., Sergienko K. N. Technologies of biomechanical control of the support-spring function state of the human foot. Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference "Biomechanics of the Human Foot". Grodno, 2008. P. 32-34.

6. Kashuba V.O., Bondar O.M. Modern health technologies in physical education of children in senior preschool age. Sports Bulletin Pridniprov'ya. 2010. №2. P.139-141.

7. Kashuba V., Nosova N., Bibik R. Controlling of the condition of the spatial organization of the human body in the process of physical education: the history of the subject, the state, the ways of solution. Physical education, sports and health culture in modern society: Scientific Journal of Volyn National University of Lesia Ukrainka / A.V. Tsos, A.I. Alyoshina - Lutsk: Volyn National University of Lesia Ukrainka, 2012. - Extract. 7. p.10-19.

8. Kashuba V., Goncharova N., Tkacheva A. Diagnostics of human posture: history and current state. Journal "Lesya Ukrainka Eastern European National University Youth's Scientific Bulletin. Series: Physical education and sports". / Ed. A.V. Tsos, A.I. Alyoshina. - Lutsk: Lesya Ukrainka Eastern European National University, 2017. Issue. 26. P. 42-53.

9. Laputin A.N., Kashuba V.A., Sergienko K.N. Technology of the motor function control of schoolchild's foot in the physical educational process. Kiev: Diya, 2003. 68 p.

10. Laputin A.N., Kashuba V.A. Gamaliy V.V., Sergienko K.N. Diagnosis of the morphofunctional properties of the athlete's feet. Science in Olympic sport. 2003. pp. 41-56.

11. Nosova N., Kolomiets T., Byshevets N. Determination of general mass center localization as the basis of the orthogonal posture control of children 5-6 years old during the process of physical exercises. Journal "Lesya Ukrainka Eastern European National University Youth's Scientific Bulletin. Series: Physical education and sports". 2017; (26): 49-53.

12. Futorny S., Nosova N., Kolomiets T. Modern approaches to the estimation of the level of human posture state in the process of physical exercises. *Bulletin of the Precarpathian University*. 2017; 25-26: 296-302.

13. Mykhaylova N., Grygus I. Zasady organizacyjne koncepcji rehabilitacji dzieci z wrodzoną stopą szpotawą. Potrzeby i standardy współczesnej rehabilitacji. VI Międzynarodowe Dni rehabilitacji. Rzeszów, 2014. S. 122–123.

14. Mykhaylova H., Prusik Katarzyna, Prusik Krzysztof, Grygus I. Modern approaches to organization of physical rehabilitation of children with congenital clubfoot. *Journal of Health Sciences*. 2013; 3 (9): 31-40.