

of young athletes with no flatfoot signs. After exercise on one leg, the period of reduced stability of the vertical posture was longer for young athletes with flat-footedness than in the control group: 3 minutes compared to the control group – 1 minute 50 seconds after the exercise. The stability of the vertical posture in athletes with flat-footedness was on average lower than in athletes without violating the arches of the foot ($p < 0,05$). **Conclusion.** Regulation of the vertical posture of young athletes engaged in taekwon-do with flat-footedness under the influence of physical stress worsens to a greater extent than those of their peers without signs of violation of the arch of the foot, which is associated with asymmetry of the tone of the shin muscles belonging to different myo-fascial kinematic chains. Specific training in the taekwon-do exercises improves the system of postural regulation and increases the speed of its recovery after exercise in young athletes with flat-footedness.

Key words: stabilography, physical activity, athletes aged 7–14 years old, taekwon-do, flatfoot.

УДК 796.616.

Оксана Самойлюк

Стан біомеханіки стопи юних спортсменів на сучасному етапі

Державний вищий навчальний заклад «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» (м. Івано-Франківськ)

Постановка наукової проблеми. Організм людини являє собою складну біомеханічну систему, у якій в органічній єдності взаємодіють різні фізичні, хімічні, біологічні підсистеми, а результатом цього є складні рухові прояви різних його функцій. Одна з найважливіших функцій організму людини – рухова функція [1, 7, 13].

Опорно-руховий апарат (ОРА) – система кісткових важелів, що приводиться в дію м'язами. Руховий апарат людини, із погляду біомеханіки, являє собою систему біокінематичних ланцюгів, усі ланки котрого об'єднані в біокінематичні пари та мають між собою зв'язки, що визначають їх зовнішню свободу рухів [12, 13]. Біокінематичним ланцюгом вважають зв'язані між собою біокінематичні пари з урахуванням їхнього природного місця в ОРА й біологічної ролі, яка філогенетично склалася в організмі людини [12, 14].

ОРА людини відчуває різноманітні механічні впливи, що залежать від специфіки рухової діяльності, регламентованої умовами звичайного буття або особливостями процесу, що вимагає проявів рухової активності (заняття спортом, оздоровчі фізичні вправи та ін.) [8, 12, 14].

Основою будь-якого локомоторного акту є опорні взаємодії – це короткочасний механічний контакт ланок тіла людини з опорою, у результаті якого виникають сили, що спроможні змінити рух ЗЦМ тіла й впливати на рішення рухового завдання [6, 12, 14].

Опорні взаємодії володіють усіма фізичними ознаками ударних взаємодій, як-от: короткочасність взаємодії, значне збільшення модуля сили, що створює «ударні» перевантаження, деформаційний або пересуваючий ефект – із теоретичного погляду, можна трактувати як такі [6, 12, 14]. ОРА людини достатньо складний, але стопа як опорна конструкція й частина цієї системи першою сприймає ударний імпульс опорної реакції та від її функціональних можливостей багато в чому залежить подальший характер взаємодії із середовищем. У процесі філогенезу стопа придбала біомеханічну поліфункціональність і представляє специфічну особливість ОРА людини [6, 12, 13, 14]. Виділяють три основні функції нормальної стопи: здатність до пружного розпластання під дією навантаження (ресорна функція), головна участь у регуляції позної активності (балансувальна функція) і надання прискорення ЗЦМ тіла при локомоціях (толчкова функція). Толчкова функція стопи є найбільш складною, тому що при наданні прискорення ЗЦМ тіла використовуються і ресорність стопи, і її здатність до балансування [6, 12, 13, 14]. Ресорна, балансувальна й толчкова функції стопи багато в чому визначаються внутрішнім силовим полем самої стопи, спроможним протидіяти зовнішнім силам і забезпечувати необхідну функціональність цієї біоланки [6, 12, 13, 14].

При перевантаженнях систем, котрі підтримують склепіння, порушується функція стопи, спотворюється в цілому руховий стереотип, відбувається небажаний перерозподіл сил і перевантаження в інших відділах ОРА, у результаті чого й виникає патологія. Така стопа працює не як

пружно-еластична система, а як пружно-пластична з властивою їй остаточною деформацією [6, 12, 13, 14]. Для забезпечення процесів вивчення проблем біодинаміки ОРА людини, зокрема морфофункціональних властивостей стоп, спортивна та реабілітаційна практика потребує сучасних засобів і технологій управління.

Роботу виконано згідно з планом науково-дослідних робіт ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» на 2013–2017 рр., а також теми: «Теоретико-методичні основи диференційованого фізичного виховання в дошкільних закладах освіти, школах і позашкільних установах та ВНЗ» (номер державної реєстрації 0116U003890) на 2015–2020 рр.

Мета дослідження – проаналізувати й систематизувати науково-методичні знання з питань стану біомеханіки стопи юних спортсменів.

Методи дослідження – аналіз та узагальнення даних науково-методичної літератури.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Узагальнивши дані численних досліджень, можемо зробити висновок, що питання вдосконалення процесу підготовки юних спортсменів приваблюють найпильнішу увагу педагогів, лікарів, психологів, батьків, оскільки в дитячо-юнацькому віці закладається основний фонд рухових умінь і навичок, відбувається розвиток фізичних якостей, необхідних для освоєння основних техніко-тактичних дій, виховуються особистісні, морально-вольові якості [3, 10, 11, 17].

Цікавим є той факт, що ще у 2000 р. Ю. В. Орловська [15] відзначала, що понад 70 % юних спортсменів до 16–17 років мають різні порушення в стані здоров'я, а захворювання опорно-рухової системи займають одне з домінуючих місць і часто є основною причиною передчасного припинення занять спортом.

Серед відхилень ОРА плоскостопість займає одне з провідних місць, у тому числі й у спорті, оскільки більшість його видів пов'язана з пересуванням, а головною сполучною ланкою з опорною поверхнею є стопа [3, 14, 19, 20, 21, 22].

Проблема діагностики морфологічного й функціонального станів стопи є актуальною у вирішенні багатьох питань збереження та зміцнення здоров'я спортсменів [4, 5, 6, 23, 24, 25].

У ході аналізу морфологічного стану стоп у спортсменів вивчено характеристики переднього відділу стоп, його медіального й латерального кутів, а також поздовжньої плоскостопості за коефіцієнтом «К» [2]. Результати, отримані фахівцями показали, що більшість студентів мають стопи з ознаками розвитку плоскостопості. Потрібно зазначити, що близько 50 % юнаків мають виражену плоскостопість 3-го ступеня, мають спеціалізацію «важка атлетика» [2]. У дівчат у низці випадків, як засвідчили дослідження, заняття спортом приводять до зміцнення стопи й поліпшення її здоров'я. Так, у спортсменок відсоткове співвідношення стоп без будь-яких відхилень в анатомічній будові у 2,25 раза перевищує контрольні значення, отримані в дівчат, які не займаються спортом [2].

Дослідження стану склепінь стопи в тенісистів 8–9 років, проведене А. А. Джумок [3], виявило порушення поздовжнього й/або поперечного склепінь у 84,3 % дітей. Важливо відзначити, що в юних тенісистів поздовжня плоскостопість становить 18,5 %, поперечна – 12,9 %, а комбінована – 52,9 % випадків [3]. Вивчення висоти поздовжнього склепіння стопи в дітей 8–9 років у ході навчально-тренувального заняття з тенісу виявило, що під впливом фізичного навантаження склепіння стопи достовірно ущільнюється в тенісистів на 10,8 % на лівій і 8,1 % – на правій, а в тенісисток – на 11,7 % на лівій і 8,8 % – на правій ногах ($p < 0,05$) [3]. Порівняння фізичної підготовленості, психомоторного стану тенісистів і тенісисток із плоскостопістю та без показало, що наявність порушення зводу стопи негативно позначаються на швидко-силових здібностях нижніх кінцівок, рухової координації, швидкості складної зорово-моторної реакції, часу реакції на рухомий об'єкт, тривалості працездатності в умовах дефіциту часу й стабільності сенсомоторики, відмінності достовірні ($p < 0,05$) [3]. Анкетування тренерів із тенісу, аналіз карт диспансерного спостереження виявили, що, по-перше, 71,4 % тренерів не знають про наявність тих чи інших відхилень із боку ОРА в тих, хто займається в їхніх групах; оскільки ця інформація не зазначена в картах диспансерного спостереження спортсменів. При цьому 87,5 % респондентів відзначають, що в процесі занять від дітей надходять скарги на больові відчуття в ОРА, причому у 2/3 випадків місцем локалізації болю є гомілка й/або стопа [3].

Т. А. Рожковою [16] на основі результатів констатувального експерименту спортсменів високої кваліфікації, які спеціалізуються в стандартній програмі спортивних танців, зафіксовано такі особливості: наявність у спортсменів плоскостопості II ступеня на правій стопі (кут поздовжнього склепіння γ становив Me (25 %; 75 %) 141,4 (136,8; 144,6) $^\circ$ та I ступеня на лівій стопі γ – 138,9 (136,0; 143,3) $^\circ$. У спортсменок показник кута поздовжнього склепіння лівої стопи γ становить – 138,9 (132,1; 144,3) $^\circ$, правої стопи γ – 137,8 (132,8; 142,5) $^\circ$, що відповідає плоскостопості I ступеня [16].

Для визначення кількісних характеристик стану опорно-ресорної функції стопи юних баскетболістів С. Строгановим, К. Сергієнко проводилися вимірювання основних морфологічних показників стопи. Вимір, оцінка й аналіз стопи юних баскетболістів здійснювалися за допомогою програми «BIG FOOT», розробленої під керівництвом В. О. Кашуби [4, 5, 9].

У табл. 1 представлено показники, які характеризують опорно-ресорні властивості стопи юних баскетболістів.

Таблиця 1

Показники опорно-ресорних властивостей стопи юних баскетболістів, (n=29) [18]

Вимірюваний показник	Ліва нога			Права нога		
	\bar{x}	S	m	\bar{x}	S	m
Довжина стопи, мм	187,83	18,75	3,48	185,00	18,19	3,38
Довжина опорної частини стопи, мм	115,32	26,14	4,85	113,96	27,04	5,02
Висота склепінь стопи, мм	23,35	7,47	1,39	23,67	7,14	1,33
Висота гомілковостопного суглобу, мм	65,38	8,52	1,58	66,49	10,52	1,95
Висота підйому стопи, мм	46,09	8,66	1,61	47,47	9,24	1,72
Кут α , °	16,76	4,53	0,84	18,04	4,59	0,85
Кут β , °	40,12	22,62	4,20	40,33	26,95	5,00
Кут γ , °	123,12	20,04	3,72	121,63	24,46	4,54
Коефіцієнт Козирева	0,20	0,063	0,01	0,21	0,04	0,01
Індекс Фрідланда, %	24,64	3,62	0,67	25,29	3,14	0,58

Так, довжина лівої стопи обстежених коливалась від 152,72 до 221,52 мм, висота склепінь – від 10,81 до 39,91 мм, а висота підйому – від 32,19 до 65,17 мм. При цьому довжина правої стопи юних баскетболістів варіювалась від 149,60 до 219,16 мм, висота склепінь – від 13,80 до 37,57 мм, а висота підйому – від 31,83, до 61,93 мм [18].

Аналіз середньостатистичних значень кутових характеристик сагітального профілю стопи засвідчив, що плюсневий кут α у цього контингенту дітей коливався в межах від 8,56 до 16,55°, п'ятковий кут β – від 11,04 до 81,55°, а кут γ – від до 85,87 до 156,82° [18].

Аналізуючи показники опорно-ресорної функції стопи юних баскетболістів, науковці зробили висновок про те, що відмінності між лівою й правою стопами незначні та статистично незначущі ($p > 0,05$) [18].

Порівнюючи показники довжини стопи юних баскетболістів із нормами оцінок для дітей, які не займаються спортом (за індексом Фрідланда), отримані дані фахівці оцінили як «високі» й «дуже високі». Такий стан речей можемо пояснити більшою довжиною тіла юних баскетболістів, порівняно з дітьми, котрі не займаються спортом [18].

Коефіцієнт Козирева обстежених перебував у межах від 0,10 до 0,28, а його середньостатистичне значення для лівої й правої ніг відповідало середньому рівню цього показника. Показники кутів α , β і γ також перебувають у діапазонах, відповідних рівням «нижчий від середнього» і «низький» [18].

Висновки. Практичні спостереження різних аспектів управління руховою активністю людини показують, що чутливість її організму до сприйняття гравітаційного поля при управлінні рухами є вирішальною під час виконання рухових завдань, для яких необхідні рухи з великою амплітудою й залученням значних м'язових масивів [Лапутин, Кашуба, Попадюха].

Стопа людини як важлива частина її тіла зазнала протягом філогенетичного розвитку значних змін унаслідок свого пристосування до її прямоногого (вертикального) ходіння. Завдяки відносному подовженню передплюснї та вкорочені плюсни, а особливо пальці, стопа, перетворилася в орган опори. Виділяють три основні функції нормальної стопи: здатність до пружного розпластання під дією навантаження (ресорна функція), головна участь у регуляції позоної активності (балансувальна функція) і надання прискорення загального центру мас тіла при локомоціях (поштовхова функція).

Серед відхилень ОРА плоскостопість займає одне з провідних місць, у тому числі й у спорті, оскільки більшість його видів пов'язана з пересуванням.

Джерела та література

1. Біомеханіка спорту: навч. посіб./Лапутин А. М. та ін. Київ: Олімп. літ., 2005. 320 с.
2. Букина Е. Н., Самусев Р. П. Характеристика структурно-функціонального состояния стоп у различных спортсменов. *Волгоградский научно-медицинский журнал*. № 2. 2012. С. 8–11.

3. Джумок А. А. Методика профилактики плоскостопия у теннисистов групп начальной подготовки: автореф. дис. ... канд. пед. наук, 13.00.04. Малаховка, 2014. 25 с.
4. Кашуба В. А. Биомеханический видеокomпьютерный анализ пространственного расположения биозвеньев тела человека. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту*: зб. наук. праць під. ред. С. С. Єрмакова. Харків, ХХІІІ, 2001. № 22. С. 42–49.
5. Кашуба В. А., Сергиенко К. Н., Валиков Д. П. Компьютерная диагностика опорно-рессорной функции стопы человека. *Физическое воспитание студентов творческих специальностей*: сб. науч. трудов/под. ред. С. С. Єрмакова. Харьков: ХХІІІ, 2002. № 1. С. 11–16.
6. Кашуба В. А. Биомеханика осанки. Киев: Олимп. лит., 2003. Print.
7. Кашуба В. А., Адель Бенжедду. Профилактика и коррекция нарушений пространственной организации тела человека в процессе физического воспитания. Киев: Знання України, 2005. 160 с.
8. Кашуба В. А., Паненко Н. Н. К вопросу профилактики нарушения опорно-рессорной функции стопы у юных спортсменов. *Материалы Международного научного конгресса «Стратегия развития спорта для всех и законодательных основ физической культуры и спорта в странах СНГ»*. Кишинев, 2008. С. 479–481.
9. Кашуба В. А., Сергиенко К. Н. Технологии биомеханического контроля состояния опорно-рессорной функции стопы человека. *Материалы I Международной научно-практической конференции «Биомеханика стопы человека»*. Гродно, 2008. С. 32–34.
10. Кашуба В. Мониторинг состояния пространственной организации тела человека в процессе физического воспитания. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2015. № 2. С. 53–64.
11. Кашуба В., Ярмолинский Л., Альошина А., Бичук О., Бичук І. Морфобіомеханічні особливості юних спортсменів на початковому етапі підготовки. *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, 2018. Вип. 30. С.175–184.
12. Кашуба, В. & Попадоха, Ю. (2018) Біомеханіка просторової організації тіла людини: сучасні методи та засоби діагностики і відновлення порушень: монографія. Київ: Центр учб. літ., 768 с.
13. Лапутин А. М., Носко М. О. Кашуба В. О. Біомеханічні основи техніки фізичних вправ Київ: Знання, 2001. 202 с.
14. 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.
15. Орловская Ю. В. Профилактическо-реабилитационное направление в системе многолетней подготовки юных спортсменов. *Физкультура в профилактике, лечении и реабилитации*. 2003. № 2. С. 9–14.
16. Рожкова Т. А. Корекція порушень постави спортсменів високої кваліфікації у спортивних танцях засобами фізичної реабілітації: автореф. дис. ... канд. фіз. вих.: спец. 24.00.03 Київ, 2016. 24 с.
17. Сергієнко К., Жарова І., Чердніченко П. Особливості опорно-ресорної властивості стопи хлопчиків старшого дошкільного віку, які займаються футболом. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту*. 2016. № 2. С. 43–47.
18. Строганов С., Сергієнко К. Профілактика опорно-ресорних властивостей стопи баскетболістів на початковому етапі багаторічної підготовки/ред. О. А. Шинкарук. *Інноваційні та інформаційні технології у фізичній культурі, спорті, фізичній терапії та ерготерапії*: матеріали І-ї Всеукр. електрон. наук.-практ. конф. з міжнар. участю. Київ: НУФВСУ, 2018. С. 29–31. URL: <http://reposit.uni-sport.edu.ua/handle/787878787/1378>.
19. Kashuba V., Nosova N., Kolomiets T. Technology of biogeometric profile control of children posture in senior preschool age during physical rehabilitation process. *Journal of Education, Health and Sport*. 2017. 7(2). P. 799–809.
20. Kashuba V., Nosova N., Kozlov Y. Theoretical and methodological foundations of the physical rehabilitation technology of children 5–6 years old, with functional disorders of the support-motional apparatus. *Journal of Education, Health and Sport*. 2017. 7(4). P. 975–987.
21. Kashuba V., Nosova N. 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). P. 1086–1095.
22. Kashuba V., Lopatskyi S. The control of a state of the static and dynamical posture of a person doing physical exercises. *Journal of Education, Health and Sport*. 7(4). 2017. P. 963–974.
23. Kashuba V., Lopatskyi S., Vatamanyuk S. The control of a state of the static and dynamical posture of a person doing physical exercises. *Journal of Education, Health and Sport*. 7(5). 2017. P. 1075–1085.
24. Kashuba V., Lopatskyi S., Lazko O. The control of a state of the static and dynamical posture of a person doing physical exercises. *Journal of Education, Health and Sport*. 7(8). 2017. P. 1808–1817.
25. Kashuba V., Lopatskyi S., Prylutska T. Contemporary points on monitoring the spatial organization of the human body in the process of physical education. *Journal of Education, Health and Sport*. 7(6). 2017. P. 1243–1254.

References

1. Laputin, A. (2005). *Biomechanika sportu* [The biomechanics of sports]. Kyiv, Ukraine: Olimp. lit. (in Ukrainian).

2. Bukina, E., & Samusev, R. (2012). *Kharakteristika strukturno-funktsionalnogo sostoyaniya stop u sportsmenov razlichnykh spetsialnostey* [Description of the structural and functional state of the feet in athletes of various specialties], 2, 8–11 (in Russian).
3. Dzhumok, A. (2014). *Metodika profilaktiki ploskostopiya u tennisistov grupp nachalnoy podgotovki* [Methods of prevention of flat feet in tennis players of primary training groups]. Dissertation of the candidate of sciences. Malakhovka, Russia (in Russian).
4. Kashuba, V. (2001). Biomekhanicheskiy videokompyuterniy analiz prostranstvennogo raspolozheniya biozvenyev tela cheloveka [Biomechanical video-computer analysis of the spatial arrangement of bio-links of the human body]. *Pedahohika, psykholohiya ta medyko-biolohichni problemy fizychnoho vykhovannya i sportu* [Pedagogy, psychology and medico-biological problems of physical education and sports], 22, 42–49 (in Russian).
5. Kashuba, V., Sergienko, K., & Valikov, D. (2002). Kompyuternaya diagnostika oporno-ressornoy funktsii stopy cheloveka [Computer diagnostics of the support-spring function of the human foot]. *Fizicheskoye vospitaniye studentov tvorcheskikh spetsialnostey* [Physical education of students of artistic specialties], 1, 11–16 (in Russian).
6. Kashuba, V. (2003). *Biomekhanika osanki* [Posture biomechanics]. Kyiv, Ukraine: Olimp. lit. (in Russian).
7. Kashuba, V., & Benzheddu, A. (2005). *Profilaktika i korektsiya narusheniy prostranstvennoy organizatsii tela cheloveka v protsesse fizicheskogo vospitaniya* [Prevention and correction of violations of the spatial organization of the human body in the process of physical education]. Kyiv, Ukraine: Znaniya Ukrainy (in Russian).
8. Kashuba, V., & Panenko, N. (2008). K voprosu profilaktiki narusheniya oporno-ressornoy funktsii stopy u yunyykh sportsmenov [The issue of prevention of disorders of the support-spring function of the foot in young athletes]. *Materialy Mezhdunarodnogo nauchnogo kongressa «Strategiya razvitiya sporta dlya vsekh i zakonodatelnykh osnov fizicheskoy kultury i sporta v stranakh SNG»* [Materials of the International scientific congress «Strategy for the development of sports for all and the legislative foundations of physical culture and sports in the CIS countries»], 479–481 (in Russian).
9. Kashuba, V., & Sergienko, K. (2008). Tekhnologii biomekhanicheskogo kontrolya sostoyaniya oporno-ressornoy funktsii stopy cheloveka [Technologies of biomechanical monitoring of the state of the support-spring function of the human foot]. *Materialy I Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Biomekhanika stopy cheloveka»* [Materials of the I International scientific-practical conference «Biomechanics of the human foot»], 32–34 (in Russian).
10. Kashuba, V. (2015). Monitoring sostoyaniya prostranstvennoy organizatsii tela cheloveka v protsesse fizicheskogo vospitaniya [Monitoring the state of the spatial organization of the human body in the process of physical education]. *Teoriya i metodyka fizychnoho vykhovannya i sportu* [Theory and methodology of physical education and sports], 2, 53–64 (in Russian).
11. Kashuba, V., Yarmolynskiy, L., Aleshina, A., Bychuk, O., & Bychuk, I. (2018). Morfobiomekhanichni osoblyvosti yunyykh sportsmeniv na pochatkovomu etapi pidhotovky [Morphobiomechanical features of young athletes at the initial stage of training]. *Molodizhnyi naukovi visnyk Skhidnoyevropeyskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrayinky. Fizychno vykhovannya i sport* [Youth scientific bulletin of Lesya Ukrainka Eastern European National University. Physical education and sports], 30, 175–184 (in Russian).
12. Kashuba, V., & Popadiukha, Y. (2018). *Biomekhanika prostоровoyi orhanizatsiyi tila lyudyny: suchasni metody ta zasoby diahnozyky i vidnovlennya porushen* [Biomechanics of spatial organization of the human body: current methods and means for diagnosis and restoration of disorders]. Kyiv, Ukraine: Tsentр uchbovoi lit. (in Ukrainian).
13. Laputin, A., Nosko, M., & Kashuba, V. (2001). *Biomekhanichni osnovy tekhniki fizychnykh vprav* [Biomechanical basics of physical exercises technique]. Kyiv, Ukraine: Znannya (in Ukrainian).
14. Laputin, A., Kashuba, V., Gamaliy, V., & Sergienko, K. (2003). Diagnostika morfofunktsionalnykh svoystv stopy sportsmenov [Diagnosis of morphofunctional properties of the foot of athletes]. *Nauka v olimpiyskom sporte* [Science in the Olympic sports], 41–56 (in Russian).
15. Orlovskaya, Y. (2003). Profilakticheskoye-reabilitatsionnoye napravleniye v sisteme mnogoletney podgotovki yunyykh sportsmenov [Preventive and rehabilitation direction in the system of long-term training of young athletes]. *Fizkultura v profilaktike, lechenii i reabilitatsii* [Physical education in prevention, treatment and rehabilitation], 2, 9–14 (in Russian).
16. Rozhkova, T. (2016). *Korektsiya porushen postav sport-smeniv vysokoyi kvalifikatsiyi u sportyvnykh tantsyakh zasobamy fizychnoyi reabilitatsiyi* [Correction of posture of sportsmen of high qualification in sports dances by means of physical rehabilitation]. Dissertation of the candidate of sciences. Kyiv, Ukraine (in Russian).
17. Serhienko, K., Zharova, I., & Cherednichenko, P. (2016). Osoblyvosti oporno-ressornoy vlastyosti stopy khlopchykiv starshoho doshkilnoho viku, yaki zaymayutsya futbolom [Features of the support-spring property of the foot of older boys involved in football]. *Teoriya i metodyka fizychnoho vykhovannya i sportu* [Theory and methodology of physical education and sports], 2, 43–47 (in Ukrainian).
18. Strohanov, S., & Serhienko, K. (2018). Profilaktyka oporno-ressornykh vlastyostey stopy basketbolistiv na nachalnomu etapi bahatorichnoy pidhotovky [Prevention of foot support properties in basketball players' feet at

- the Initial Stage of many-years training]. *Innovatsiyni ta informatsiyni tekhnolohiyi u fizychniy kulturi, sporti, fizychniy terapiyi ta erhoterapiyi. Materialy I-yi Vseukrayinskoyi elektronnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi z mizhnarodnoyu uchastyu* [Innovative and information technologies in physical culture, sports, physical therapy and ergotherapy. Materials of the 1st all-Ukrainian electronic scientific and practical conference with international participation], 29–31. Retrieved from <http://reposit.uni-sport.edu.ua/handle/787878787/1378> (in Ukrainian).
19. Kashuba, V., Nosova, N., & Kolomiets T. (2017). Technology of biogeometric profile control of children posture in senior preschool age during physical rehabilitation process. *Journal of Education, Health and Sport*, 7(2), 799–809.
 20. Kashuba, V., Nosova, N., & Kozlov, Y. (2017). Theoretical and methodological foundations of the physical rehabilitation technology of children 5-6 years old, with functional disorders of the support-motional apparatus. *Journal of Education, Health and Sport*, 7(4), 975–987.
 21. Kashuba, V., & Nosova, N. (2017). Characteristics of biomechanical properties of child's foot 5–6 years old in the physical rehabilitation process. *Journal of Education, Health and Sport*, 7(5), 1086–1095.
 22. Kashuba, V., & Lopatskyi, S. (2017). The control of a state of the static and dynamical posture of a person doing physical exercises. *Journal of Education, Health and Sport*, 7(4), 963–974.
 23. Kashuba, V., Lopatskyi, S., & Vatamanyuk, S. (2017). The control of a state of the static and dynamical posture of a person doing physical exercises. *Journal of Education, Health and Sport*, 7(5), 1075–1085.
 24. Kashuba, V., Lopatskyi, S., & Lazko, O. (2017). The control of a state of the static and dynamical posture of a person doing physical exercises. *Journal of Education, Health and Sport*, 7(8), 1808–1817.
 25. Kashuba, V., Lopatskyi, S., & Prylutska, T. (2017). Contemporary points on monitoring the spatial organization of the human body in the process of physical education. *Journal of Education, Health and Sport*, 7(6), 1243–1254.

Анотація

Актуальність. Опорно-руховий апарат людини достатньо складний, але стопа як опорна конструкція й частина цієї системи першою сприймає ударний імпульс опорної реакції. Від її функціональних можливостей багато в чому залежить подальший характер взаємодії із середовищем. Опорні взаємодії володіють усіма фізичними ознаками ударних взаємодій: короткочасність взаємодії, значне збільшення модуля сили, що створює «ударні» перевантаження, деформаційний або пересуваючий ефект – із теоретичного погляду можуть досліджуватися як такі. При перевантаженнях систем, що підтримують склепіння, порушується функція стопи, спотворюється в цілому руховий стереотип, відбувається небажаний перерозподіл сил і перевантаження в інших відділах опорно-рухового апарату, у результаті чого й виникає патологія. Для забезпечення процесів вивчення проблем біодинаміки опорно-рухового апарату людини, зокрема морфофункціональних властивостей стоп, спортивна та реабілітаційна практика потребує сучасних засобів і технологій управління. **Мета дослідження** – проаналізувати та систематизувати науково-методичні знання з питання стану біомеханіки стопи юних спортсменів. **Методи дослідження** – аналіз та узагальнення даних науково-методичної літератури. Виділяють три основні функції нормальної стопи: здатність до пружного розпластання під дією навантаження (ресорна функція), головна участь у регуляції позоної активності (балансувальна функція) і надання прискорення загального центра мас тіла при локомоціях (поштовхова функція). Серед відхилень ОРА плоскостопість займає одне з провідних місць, у тому числі й у спорті, оскільки більшість його видів пов'язана з пересуванням. Узагальнивши дані численних досліджень, можемо зробити висновок, що питання вдосконалення процесу підготовки юних спортсменів приваблюють найбільшій увагу педагогів, лікарів, психологів, батьків, оскільки в дитячо-юнацькому віці закладається основний фонд рухових умінь і навичок.

Перспективи подальших досліджень будуть пов'язані з розробкою програми фізичної реабілітації юних спортсменів із порушеннями біомеханічних властивостей стопи.

Ключові слова: стопа, біомеханічні властивості, порушення, опорно-руховий апарат, діагностика, юні спортсмени.

Оксана Самойлюк. Состояние биомеханики стопы юных спортсменов на современном этапе. Актуальность. Опорно-двигательный аппарат человека достаточно сложный, но стопа как опорная конструкция и часть этой системы первой воспринимает ударный импульс опорной реакции. От ее функциональных возможностей во многом зависит дальнейший характер взаимодействия со средой. Опорные взаимодействия обладают всеми физическими признаками ударных взаимодействий: кратковременность взаимодействия, значительное увеличение модуля силы, создание «ударных» перегрузок, деформационный или передвигающий эффект – с теоретической точки зрения могут рассматриваться как таковые. При перегрузках систем, подерживающих своды, нарушается функция стопы, искажается в целом двигательный стереотип, происходит нежелательный перераспределение сил и перегрузки в других отделах опорно-двигательного аппарата, в результате чего и возникает патология. Для обеспечения процессов изучения проблем биодинамики опорно-двигательного аппарата, в частности морфофункциональных свойств стоп, спортивная и реабилитационная практика нуждается в современных средствах и технологиях управления. **Цель исследования** – проанализировать

зировать и систематизировать научно-методические знания по вопросам состояния биомеханики стопы юных спортсменов. **Методы исследования** – анализ и обобщение данных научно-методической литературы. Выделяют три основные функции нормальной стопы: способность к упругому распластанию под действием нагрузки (рессорная функция), главная роль в регуляции позы активности (балансирующая функция) и предоставление ускорения общего центра масс тела при локомоциях (толчковая функция). Среди отклонений ОДА плоскостопие занимает одно из ведущих мест, в том числе и в спорте, так как большая часть его видов связана с перемещением. Обобщив данные многочисленных исследований, можем сделать вывод, что вопросы совершенствования процесса подготовки юных спортсменов привлекают самое пристальное внимание педагогов, врачей, психологов, родителей, так как в детско-юношеском возрасте закладывается большинство двигательных умений и навыков

Перспективы дальнейших исследований будут связаны с разработкой программы физической реабилитации юных спортсменов с нарушениями биомеханических свойств стопы.

Ключевые слова: стопа, биомеханические свойства, нарушения, опорно-двигательный аппарат, диагностика, юные спортсмены.

Oksana Samoiliuk. The State of Biomechanics of the Feet of Young Athletes at the Present Stage. Topicality.

The musculoskeletal system of a person is quite complex, but the foot as the supporting structure and part of this system is the first to perceive the shock impulse of the supporting reaction, and the further nature of the interaction with the environment depends on its functionality. Supporting interactions possess all the physical signs of shock interactions: the short duration of the interaction, a significant increase in the force modulus, the creation of «shock» overloads, the deformation or moving effect – from a theoretical point of view can be considered as such. When overloading systems supporting arches, the foot function is violated, the motor stereotype is distorted as a whole, undesirable redistribution of forces and overload occurs in other parts of the musculoskeletal system, as a result of which pathology occurs. To ensure the processes of studying the problems of biodynamics of the musculoskeletal system, in particular the morphofunctional properties of the feet, sports and rehabilitation practice requires modern management tools and technologies. **The objective of the study** to analyze and systematize scientific and methodological knowledge on the state of foot biomechanics of young athletes. **Research methods:** analysis and synthesis of scientific and methodological literature. Three main functions of the normal foot are distinguished: the ability to elastic flattening under the action of the load (spring function), the main role in the regulation of postural activity (balancing function) and the provision of acceleration of the general center of body mass during locomotion (shocks function). Among the deviations of the musculoskeletal system, flatfoot has one of the leading places, including in sports, since most of its types are associated with movement. Summarizing the data of numerous studies, we can conclude that the issues of improving the training process for young athletes attract the closest attention of teachers, doctors, psychologists, parents, since in childhood and youth the basic fund of motor skills is laid.

Prospects for further research will be associated with the development of a program of physical rehabilitation of young athletes with impaired biomechanical properties of the foot.

Key words: foot, biomechanical properties, disorders, musculoskeletal system, diagnostics, young athletes.