

## Морфофункціональні показники нижніх кінцівок дітей молодшого шкільного віку в процесі фізичного виховання

*Класичний приватний університет (м. Запоріжжя)*

**Постановка наукової проблеми та її значення.** Організм людини являє собою складну біомеханічну систему, у якій в органічній єдності взаємодіють різні фізичні, хімічні, біологічні підсистеми, а результатом є складні рухові прояви його різних функцій [9, 16]. Одна з найважливіших функцій організму людини – рухова [16]. Її стан відображає здатність конкретної біологічної системи вловлювати, накопичувати й перетворювати різні види енергії, речовини та інформації [4, 5]. Ця здатність може бути виміряна та вивчена через об'єктивне дослідження механічних рухів біологічної системи організму [3, 4, 5].

Дослідження постави тіла людини з біомеханічного погляду дає змогу виділити ті її особливості, які багато в чому визначають характер і спрямованість його розвитку як біологічного виду [13, 14]. Особливо важливим при цьому є пізнання механізмів становлення опорно-ресорної функції стопи людини, що впливає на формування постави в онтогенетичному періоді його розвитку [13, 15]. Тіло людини в ортоградному положенні має систему складних механізмів, які забезпечують умови опори за рахунок морфофункціональних компонентів нижньої кінцівки, зокрема стопи [9]. Стопа – найважливіший структурний елемент опорно-рухового апарату людини, що забезпечує його статолокомоторну функцію та є цілісним морфофункціональним об'єктом, від якого залежить рухова функція людини [7, 8, 12].

**Мета роботи** – систематизувати знання й результати практичного досвіду з питань визначення особливостей морфофункціональних компонентів нижньої кінцівки дітей молодшого шкільного віку в процесі фізичного виховання як передумову розробки програми профілактики порушень біомеханіки стопи.

**Аналіз досліджень із цієї проблеми.** Дослідженням, проведеним К. М. Сергієнко під керівництвом В. О. Кашуби, встановлено, що в процесі вікового розвитку рухової функції школярів відбувається збільшення лінійних розмірів нижніх кінцівок. Так, довжина нижніх кінцівок у хлопчиків 7–10 років збільшується в середньому від  $70,69 \pm 32$  до  $79,64 \pm 0,38$  см, а в дівчаток – від  $73,17 \pm 0,60$  до  $84,06 \pm 0,82$  см; довжина стегна в хлопчиків збільшується від  $35,4 \pm 0,23$  до  $38,17 \pm 0,32$  см, а в дівчаток – від  $37,26 \pm 0,42$  до  $42,51 \pm 0,49$  см; зміна довжини гомілки в хлопчиків становила від  $29,34 \pm 0,24$  до  $35,69 \pm 0,16$  см, а в дівчаток – від  $29,66 \pm 0,29$  до  $35,51 \pm 0,48$  см; довжина стопи збільшилася від  $19,91 \pm 0,19$  до  $21,31 \pm 0,23$  см у хлопчиків та від  $19,83 \pm 0,20$  до  $22,83 \pm 0,21$  см – у дівчаток; ширина стопи збільшилася на  $1,2 \pm 0,56$  см у хлопчиків і на  $0,8 \pm 0,2$  см – у дівчаток [10, 11]. Фахівцями [10, 11] встановлено, що в процесі формування опорно-ресорної функції стопи школярів відбувається складна динаміка формування їхніх нижніх кінцівок. Висота бугристості човноподібної кістки в період 7–10 років змінюється в хлопчиків від  $29 \pm 0,03$  до  $35 \pm 0,05$  мм, у дівчаток – від  $29 \pm 0,03$  до  $34 \pm 0,05$  мм. Плесневий кут, що характеризує ресорні властивості стопи, коливається в молодших школярів від  $22$  до  $25^{\circ}$  [18]. П'ятковий кут, який характеризує ресорні якості, пов'язані з особливостями зчленування кісток та зв'язковим апаратом стопи, коливається в межах  $29$ – $35^{\circ}$ . Така незначна зміна зумовлена тим, що в цей період склепіння стопи вже сформовані, а їх подальший розвиток пов'язаний із ростом стопи в цілому [18]. У досліджуваній віковий період у всіх піддослідних простежуємо суттєво виражену тенденцію зміщення центрів мас біолонок нижніх кінцівок у їх проксимальному напрямі [18]. Разом із тим середня величина максимального зміщення центрів мас біолонок нижніх кінцівок припадає на період 9–10 років, відстань до центру мас стегна досягає в хлопчиків у цей період  $0,94 \pm 0,09$  см, а в дівчаток –  $1,71 \pm 0,03$  см. Водночас центр мас гомілки в хлопчиків переміщується на  $0,95 \pm 0,05$  см, а в дівчаток – на  $1,11 \pm 0,05$  см, центр мас стопи – на  $0,28 \pm 0,03$  см у хлопчиків та на  $0,51 \pm 0,04$  см – у дівчаток [18]. Вивчення особливостей біомеханічних властивостей кістякових м'язів нижньої кінцівки, що беруть участь у регуляції ортоградної

пози тіла дітей, чотиригодового м'яза стегна, великого сідничного та литкового м'язів (*m. rectus femoris*, *m. gluteus maximus*, *m. gastrocnemius*), а також м'язів, які беруть активну участь в утриманні склепінь стопи, переднього великогомілкового та довгого малоомілкового (*m. tibialis anterior* та *m. peroneus longus*), дало змогу К. М. Сергієнко [18] встановити, що зміни тонузу кістякових м'язів мають хвилеподібний характер, а найбільший приріст тонузу досліджуваних м'язів як у хлопчиків, так і в дівчаток припадає на період 7–8 та 9–10 років. У результаті проведених досліджень встановлено, що в дітей, які мають плоскостопість, тонуз *m. tibialis anterior* та *m. peroneus longus* на 4 % нижчий, порівняно зі здоровими, при цьому зниження тонузу, зазвичай, супроводжується зниженням опорно-ресорних властивостей стопи [18]. За допомогою кореляційного аналізу К. М. Сергієнко [18] встановлено, що величина висоти склепіння стопи має взаємозв'язок із показниками лінійних розмірів самої стопи та геометрією її суглобових утворень: довжиною стопи ( $r=0,591$ ;  $p<0,05$ ), довжиною опорної частини склепіння стопи над рівнем опори ( $r=0,571$ ;  $p<0,05$ ), висотою гомілковостопного суглоба над рівнем опори ( $r=0,743$ ;  $p<0,05$ ), висотою підйому стопи ( $r=0,826$ ;  $p<0,05$ ), а також величиною плеснового ( $r=0,819$ ;  $p<0,05$ ) і п'яткового ( $r=0,852$ ;  $p<0,05$ ) кутів.

У процесі досліджень О. В. Валькевичем [1, 2] встановлено нерівномірність зростання антропометричних показників у кожному віковому періоді. Так, у період із семи до восьми років відбувається досить інтенсивне зростання досліджуваних показників, із восьми до дев'яти – зростання показників дещо знижується, із дев'яти до 10 – показники знову зростають [1, 2].

Як зазначає фахівець [1, 2], у молодших школярів у сім–вісім років відбувається максимальне зростання ваги: 28,7 % – у хлопчиків і 21,3 % – у дівчаток; обсягу стегна (8,3 % – у хлопчиків, 7,7 % – у дівчаток); обсягу гомілки (8,1 % – у хлопчиків, 8,2 % – у дівчаток); ширини стопи (6,4 % – у хлопчиків, 6,7 % – у дівчаток). Мінімальний приріст досліджуваних показників у хлопчиків та дівчаток простежуємо в період восьми–дев'ять років [1, 2].

Аналіз отриманих показників дітей із вадами слуху 7 років дав підставу авторам [19] встановити особливості просторової організації суглобових компонентів стопи залежно від статі (табл. 1).

Авторами [19] доведено таке:

– довжина опорної частини стопи дітей статистично значуще не відрізняється залежно від статі ( $U = 23,5 > U_{кр} = 13$  для  $n_1=8$ ,  $n_2=8$ ,  $p>0,05$ );

– не існує статистично значущих відмінностей між висотою гомілково-ступневого суглоба хлопчиків і дівчат ( $U = 22,5 > U_{кр} = 13$  для  $n_1=8$ ,  $n_2=8$ ,  $p>0,05$ );

– не виявлено статистично значущих відмінностей між показниками висоти верхнього краю човноподібної кістки в представників різної статі ( $U = 19 > U_{кр} = 13$  для  $n_1=8$ ,  $n_2=8$ ,  $p>0,05$ );

– величина плеснового кута  $\alpha$  у хлопчиків і дівчат статистично значуще не відрізняється ( $U = 27 > U_{кр} = 13$  для  $n_1=8$ ,  $n_2=8$ ,  $p>0,05$ ) (кут  $\alpha$  відображає ресорні властивості стопи, пов'язані з утриманням склепінь активними компонентами – м'язами) [19].

Таблиця 1

**Показники опорно-ресорних властивостей стопи дітей 7 років із вадами слуху, (n=16) [19]**

Показник	Середньостатистичні показники									
	дівчата					хлопчики				
	$\bar{x}$	Me	25 %	75 %	S	$\bar{x}$	Me	25 %	75 %	S
Довжина опорної частини стопи, мм	119,0	119,5	117,0	120,5	2,6	120,6	120,0	118,5	122,0	3,7
Висота гомілково-ступневого суглоба, мм	48,8	49,5	47,0	50,5	2,3	50,1	50,5	48,5	51,5	2,9
Висота верхнього краю човноподібної кістки, мм	31,3	31,0	30,0	32,5	1,7	29,6	29,5	28,5	31,5	2,5

Плесневий кут $\alpha$ , град.	17,9	17,5	16,5	19,5	1,6	18,4	18,5	16,5	20,0	1,9
П'ятковий кут $\beta$ , град.	20,6	20,0	19,5	22,0	1,5	20,5	20,5	19,5	21,5	1,6
Кут $\gamma$ , град.	127,6	128,5	126,0	130,0	3,3	126,0	125,0	124,0	128,5	2,6

Величина цього кута і є показником ступеня розвитку висоти склепіння. Хоча абсолютна величина зводу не залежить від довжини стопи, проте ступінь розвитку зводу прямо пропорційний висоті й обернено пропорційний довжині хорди, тобто відстані між опорними точками зводу [6, 7, 8]. У цьому випадку величина кута як показник висоти склепіння перебуває в прямій залежності від абсолютної величини зводу та зворотного – від відстані відрізка прямої висоти склепіння до точки опори 1-ї плеснової кістки [8];

– не встановлено статистично значущих відмінностей величини п'яткового кута  $\beta$  залежно від статі ( $U = 31,5 > U_{кр} = 13$  для  $n_1=8, n_2=8, p>0,05$ ) (кут  $\beta$  характеризує ресорні властивості, пов'язані з пасивними компонентами, зумовленими особливостями зчленування кісток і зв'язковим апаратом стопи) [6, 7];

– значення кута  $\gamma$  не має статистично значущих розходжень у хлопчиків і дівчат ( $U = 20 > U_{кр} = 13$  для  $n_1=8, n_2=8, p>0,05$ ) (кут  $\gamma$ , що характеризує ресорні властивості стопи в цілому  $(180-(\alpha+\beta))$ [17].

Порівняльний аналіз отриманих показників у хлопчиків і дівчат 8 років дав підставу фахівцям [19] виявити такі закономірності:

– довжина опорної частини стопи хлопчиків і дівчат статистично значуще не відрізняється ( $U = 17 > U_{кр} = 13$  для  $n_1=8, n_2=8, p>0,05$ );

– не виявлено статистично значущих відмінностей між висотою гомілково-ступневого суглоба дітей ( $U = 31,5 > U_{кр} = 13$  для  $n_1=8, n_2=8, p>0,05$ );

– статистично значущих відмінностей між висотою верхнього краю човноподібної кістки в дітей різної статі не існує ( $U = 21 > U_{кр} = 13$  для  $n_1=8, n_2=8, p>0,05$ );

– величина плеснового кута  $\alpha$  у хлопчиків і дівчат статистично значуще не відрізняється ( $U = 23 > U_{кр} = 13$  для  $n_1=8, n_2=8, p>0,05$ );

– не встановлено статистично значущих відмінностей величини п'яткового кута  $\beta$  залежно від статі ( $U = 32 > U_{кр} = 13$  для  $n_1=8, n_2=8, p>0,05$ );

– значення кута  $\gamma$  не має статистично значущих розходжень у хлопчиків і дівчат ( $U = 16,5 > U_{кр} = 13$  для  $n_1=8, n_2=8, p>0,05$ ) [19].

Завдяки ґрунтовному аналізу отриманих даних у хлопчиків і дівчат 9 років автори [19] виявили таке:

– не доведено статистично значущих відмінностей між довжиною опорної частини стопи хлопчиків і дівчат ( $U = 27 > U_{кр} = 20$  для  $n_1=9, n_2=10, p>0,05$ );

– статистично значущих відмінностей між висотою гомілково-ступневого суглоба в дітей не зафіксовано ( $U = 38 > U_{кр} = 20$  для  $n_1=9, n_2=10, p>0,05$ );

– між висотою верхнього краю човноподібної кістки в представників різної статі статистично значущих відмінностей не зареєстровано ( $U = 38 > U_{кр} = 20$  для  $n_1=9, n_2=10, p>0,05$ );

– величина плеснового кута  $\alpha$  у хлопчиків і дівчат статистично значуще не відрізняється ( $U = 44,5 > U_{кр} = 20$  для  $n_1=9, n_2=10, p>0,05$ );

– статистично значущих відмінностей величини п'яткового кута  $\beta$  залежно від статі не встановлено ( $U = 45,5 > U_{кр} = 20$  для  $n_1=9, n_2=10, p>0,05$ );

– значення кута  $\gamma$  статистично значущих розходжень залежно від статі не доведено ( $U = 33 > U_{кр} = 20$  для  $n_1=9, n_2=10, p>0,05$ ) [19].

Авторами [19] також встановлено, що не існує статистично значущих відмінностей між досліджуваними показниками дітей 10 років залежно від статі, а саме:

- між довжиною опорної частини стопи хлопчиків і дівчат ( $U = 39 > U_{кр} = 15$  для  $n_1=9, n_2=8, p>0,05$ );
- статистично значущих відмінностей між висотою гомілково-ступневого суглоба в дітей не зафіксовано ( $U = 27 > U_{кр} = 15$  для  $n_1=9, n_2=8, p>0,05$ );
- між висотою верхнього краю човноподібної кістки в представників різної статі статистично значущих відмінностей не зареєстровано ( $U = 29 > U_{кр} = 15$  для  $n_1=9, n_2=8, p>0,05$ );
- між величиною плеснового кута  $\alpha$  ( $U = 32,5 > U_{кр} = 15$  для  $n_1=9, n_2=8, p>0,05$ );
- між величиною п'яткового кута  $\beta$  ( $U = 19 > U_{кр} = 15$  для  $n_1=9, n_2=8, p>0,05$ );
- між значенням кута  $\gamma$  ( $U = 37 > U_{кр} = 15$  для  $n_1=9, n_2=8, p>0,05$ ) [19].

**Висновки.** Аналіз літературних джерел, документальних матеріалів, Інтернет-ресурсів свідчить про те, що регуляція вертикальної пози людини належить до найбільш актуальних біологічних і соціально-педагогічних проблем сучасності, при цьому вона розглядається не лише як один із факторів, що характеризують певне положення тіла людини в просторі, але і як найбільш істотний показник стану її здоров'я. Як свідчать дослідження, більшість фахівців надають особливого значення роботам у сфері регуляції вертикальної пози й, зокрема, формування постави людини. Однак, зазвичай, багато авторів досліджують цю проблему лише з одного погляду. Водночас питання, пов'язані з вивченням геометрії кісткових утворень стопи молодших школярів, у спеціальній літературі представлені фрагментарно. А тим часом такі дані, очевидно, могли б істотно розширити сучасне уявлення про динамічні взаємодії в руховому апараті людини під час формування його природних локомоцій. У зв'язку з цим дослідження проблем прогнозування можливостей формування біомеханіки стопи дітей молодшого шкільного віку набуває надзвичайної актуальності.

#### *Джерела та література*

1. Валькевич О. В. Біомеханічний аналіз сагітального профілю стопи хлопчиків молодшого шкільного віку / О. В. Валькевич, О. І. Бичук, А. І. Альошина // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. Педагогічні науки. Фізичне виховання і спорт. – 2011. – Вип. 91. – Т. I. – С. 75–78.
2. Валькевич О. В. Обґрунтування програми профілактики порушень склепінь стопи молодших школярів / О. В. Валькевич, О. І. Бичук, А. І. Альошина // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві : зб. наук. праць Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки / уклад. : А. В. Цьось, С. П. Козіброцький. – Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2012. – № 1 (17). – С. 58–62.
3. Кашуба В. А. Возрастные особенности расположения общего центра масс тела детей в онтогенезе / В. А. Кашуба // Физическое воспитание студентов творческих специальностей : сб. науч. тр. / [ред. С. С. Ермаков]. – Харьков : ХГАДИ (ХХПИ), 1999. – № 12. – С. 11–14.
4. Кашуба В. А. Исследование биомеханических особенностей формирования ортоградной позы тела детей 7–16 лет / В. А. Кашуба // Педагогіка, психологія та медико – біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – Харків : ХХПІ, 1999. – №14. – С. 35–38.
5. Кашуба В. О. Педагогічний контроль формування ортоградної пози школярів / В. О. Кашуба // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – Харків : ХХПІ, 2001. – № 26. – С. 3–9.
6. Кашуба В. А. Компьютерная диагностика опорно-рессорной функции стопы человека / В. А. Кашуба, К. Н. Сергиенко, Д. П. Валиков // Физическое воспитание студентов творческих специальностей : сб. науч. тр. / под. ред. С. С. Ермакова. – Харьков : ХХПИ, 2002. – № 1. – С. 11–16.
7. Кашуба В. А. Компьютерные технологии в системе высшего физкультурного образования / В. А. Кашуба, Д. П. Валиков, К. Н. Сергиенко // Физическое воспитание студентов творческих специальностей : сб. науч. тр. / под. ред. С. С. Ермакова. – Харьков : ХХПИ, 2002. – № 6. – С. 22–27.
8. Кашуба. В. Современные технологии оценки опорно-рессорной функции стопы человека / В. Кашуба, К. Сергиенко // Современный олимпийский спорт и спорт для всех : VI междунар. науч. конгресс. «Физическое воспитание и спорт». – Т. 46. – Ч. II. – Варшава, 2002. – С. 421–422.
9. Кашуба В. А. Биодинамика осанки школьников в процессе физического воспитания : автореф. дис. ... д-ра наук по физ. восп. и спорту : спец. 24.00.02 / В. А. Кашуба. – Киев : НУФВСУ, 2003. – 36 с.

10. Кашуба В. А. Технологии биомеханического контроля состояния опорно-рессорной функции стопы человека / В. А. Кашуба, К. Н. Сергиенко // Биомеханика стопы человека : материалы I Междунар. науч.-практ. конф. – Гродно, 2008. – С. 32–34.
11. Кашуба В. А. Технологии биомеханического контроля состояния опорно-рессорной функции стопы человека / В. А. Кашуба, К. Н. Сергиенко // Биомеханика стопы человека : материалы I Междунар. науч.-практ. конф. – Гродно, 2008. – С. 32–34.
12. Кашуба В. Характеристика просторової організації тіла дітей молодшого шкільного віку зі слуховою деривацією / В. Кашуба, Зияд Хмайд Ахма Насраллах, С. Демчук // Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. – 2014.– Вип. 14. – С. 65–69.
13. Кашуба В. Біологічні передумови розробки концепції формування просторової організації тіла дітей 6–10 років із депривацією зору / В. Кашуба, С. Савлюк // Biological preconditions for the development of the formation concept of spatial organization of body of the children with vision deprivation. Journal of Education, Health and Sport formerly Journal of Health Sciences. Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz. – Bydgoszcz, Poland, 2017. – Vol. 7. – N 7. – S. 1095–1112. Режим доступу : <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1039950>.
14. Кашуба В. Структура та зміст технології профілактики й корекції порушень просторової організації тіла дітей 6–10 років із депривацією сенсорних систем. Structure and content of the technology of prevention and correction of disturbances of spatial organization of the body of children 6–10 years old with sensory systems deprivation / В. Кашуба, С. Савлюк // Journal of Education, Health and Sport formerly Journal of Health Sciences. Kazimierz Wielki University in Bydgoszcz. – Bydgoszcz, Poland, 2017. – Vol. 7. – N 8. – S. 1387–1407. Режим доступу : <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1050987>.
15. Кашуба В. О. Біомеханіка просторової організації тіла людини: сучасні методи та засоби діагностики і відновлення порушень : монографія / В. О. Кашуба, Ю. А. Попадюха. – Київ : Центр учб. літ., 2018. – 768 с. : іл. Бібліогр. : с. 751–768.
16. Лапутин А. Н. Формирование массы и динамика гравитационных взаимодействий тела человека в онтогенезе / А. Н. Лапутин, В. А. Кашуба. – Киев : Знання, 1999. – 202 с.
17. Лапутин А. Н. Технология контроля двигательной функции стопы школьников в процессе физического воспитания : метод. пособие для студентов II курса фак. спорт. медицины и физ. реабилитации / А. Н. Лапутин, В. А. Кашуба, К. Н. Сергиенко. – Киев, 2003. – 67 с.
18. Сергиенко К. Н. Контроль и профилактика нарушенных опорно-рессорных свойств стопы школьников в процессе физического воспитания. автореф. дис. ... канд. наук по физическому воспитанию и спорту / К. Н. Сергиенко. – Киев, 2003. – 20 с.
19. Afanasyev Sergiy, Burdayev Kirill Formation of the vertical stability of the body of junior schoolchildren with hearing impairments in the process of physical education / Sergiy Afanasyev // Journal of Education, Health and Sport. – 2017; – 7 (6). P. 1169–1178. eISSN 2391-8306. DOI <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1252452>.

#### **Referens**

1. Valkevych, O., Bychuk, O., & Aleshina, A. (2011). Biomechanichniy analiz sahitalnoho profilu stopy khlopchykiv molodshoho shkilnoho viku [Biomechanical analysis of the sagittal profile of feet of boys of primary school age]. *Visnyk Chernihivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni T. H. Shevchenka. Pedahohichni nauky. Fizychnye vykhovannya i sport* [Bulletin of T. H. Shevchenko Chernihiv National Pedagogical University. Pedagogical sciences. Physical education and sports], 91, 75–78. (in Ukrainian).
2. Valkevych, O., Bychuk, O., & Aleshina, A. (2012). Obhruntuvannya programy profilaktyky porushen sklepin stopy molodshykh shkolyariv [Substantiation of the program of violations prevention of a foot arch of junior schoolchildren]. *Fizychnye vykhovannya, sport i kultura zdorovya u suchasnomu suspilstvi : zbirnyk naukovykh prats Volynskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainki* [Physical education, sports and health culture in modern society: Lesya Ukrainka Volyn National University], 1 (17), 58–62. (in Ukrainian).
3. Kashuba, V. (1999). Vozrastnye osobennosti raspolozheniya obshego centra mass tela detej v ontogeneze [Age features of the arrangement of the general center of body mass of children in ontogenesis]. *Fizicheskoe vospitanie studencheskoj tvorcheskikh specialnostej* [Physical education of student's creative specialties], 12, 11–14. (in Russian).
4. Kashuba, V. (1999). Issledovanie biomechanicheskikh osobennostej formirovaniya ortogradnoj pozy tela detej 7–16 let [The study of biomechanical features of the formation of orthograde posture of the body of children aged 7–16 years old]. *Pedahohika, psykhohihiya ta medyko-biolohichni problemy fizychnogo vykhovannya i sportu* [Pedagogy, psychology and medical and biological problems of physical education and sports], 14, 35–38. (in Russian).
5. Kashuba, V. (2001). Pedahohichniy kontrol formuvannya ortogradnoi pozy shkolyariv [Pedagogical control of the formation of orthogonal posture of schoolchildren]. *Pedahohika, psykhohihiya ta medyko-biolohichni problemy fizychnogo vykhovannya i sportu* [Pedagogy, psychology and medical and biological problems of physical education and sports], 26, 3–9. (in Ukrainian).

6. Kashuba, V., Sergienko, K., & Valikov, D. (2002). Kompyuternaya diagnostika oporno-ressornoj funkicii stopy cheloveka [Computer diagnostics of the support-spring function of the human foot]. *Fizicheskoe vospitanie studentov tvorcheskikh specialnostej* [Physical education of students of creative specialties], 1, 11–16. (in Russian).
7. Kashuba, V., Valikov, D., & Sergienko, K. (2002). Kompyuternye tehnologii v sisteme vysshego fizkulturnogo obrazovaniya [Computer technologies in the system of higher physical education]. *Fizicheskoe vospitanie studentov tvorcheskikh specialnostej* [Physical education of students of creative specialties], 6, 22–27. (in Russian).
8. Kashuba, V., & Sergienko, K. (2002). Sovremennye tehnologii ocenki oporno-ressornoj funkicii stopy cheloveka [Modern technologies for assessing the support-spring function of the human foot]. *Fizicheskoe vospitanie i sport* [Physical education and sport], 46, II, 421–422. (in Russian).
9. Kashuba, V. (2003). *Biodinamika osanki shkolnikov v processe fizicheskogo vospitaniya* [Biodynamics of pupils' posture in the process of physical education]. Kyiv, NUFVSU. (in Russian).
10. Kashuba, V., & Sergienko, K. (2008). Tehnologii biomechanicheskogo kontrolya sostoyaniya oporno-ressornoj funkicii stopy cheloveka [Technologies of biomechanical control of condition of the support-spring function of a human foot]. *Materialy I Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Biomehanika stopy cheloveka»* [Materials of the I International Scientific and Practical Conference «Biomechanics of Human Foot»], 32–34. (in Russian).
11. Kashuba, V., Ziyad, H., & Demchuk (2014). Charakteristika prostorovoyi organizaciyi tila ditej molodshogo shkilnogo viku zi sluhovoyu derivaciyeyu [Characteristics of body spatial organization of children of junior school age with auditory derivation]. *Molodizhnyi naukovyi visnyk Skhidnoyevropeyskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky* [Youth Scientific Bulletin of Lesya Ukrainka Eastern European National University], 14, 65–69. (in Ukrainian).
12. Kashuba, V., & Savliuk, S. (2017). Biological preconditions for the development of the formation concept of spatial organization of body of the children with vision deprivation. *Journal of Education, Health and Sport formerly Journal of Health Sciences*, 7 (7), 1095–1112. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1039950>.
13. Kashuba, V., & Savliuk, S. (2017). Structure and content of the technology of prevention and correction of disturbances of spatial organization of the body of children 6–10 years old with sensory systems deprivation. *Journal of Education, Health and Sport formerly Journal of Health Sciences*, 7 (8), 1387–1407. Retrieved from: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1050987>.
14. Kashuba, V., & Popadiukha, Y. (2018). *Biomekhanika prostorovoi orhanizatsii tila liudyny: suchasni metody ta zasoby diagnostyky i vidnovlennia porushen* [Biomechanics of spatial organization of the human body: modern methods and means of diagnosis and restoration of disorders]. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury. (in Ukrainian).
15. Laputin, A., & Kashuba, V. (1999). *Formirovanie massy i dinamika gravitacionnyh vzaimodejstvij tela cheloveka v ontogeneze* [Formation of mass and dynamics of gravitational interactions of the human body in ontogenesis]. Kyiv: Znannia. (in Russian).
16. Laputin, A., Kashuba, V., & Serhienko, K. (2003). *Tehnologiya kontrolya dvigatelnoj funkicii stopy shkolnikov v processe fizicheskogo vospitaniya. Metodologicheskoe posobie dlya studentov II kursa fakulteta sportivnoy medicyny i fizicheskoy rehabilitacii* [Control technology of motor function of the foot of schoolchildren in the process of physical education. Methodological manual for second-year students of the faculty of sports medicine and physical rehabilitation]. Kyiv. (in Russian).
17. Sergienko, K. (2003). *Kontrol i profilaktika narushenij oporno-ressornyh svojstv stopy shkolnikov v processe fizicheskogo vospitaniya* [Control and prevention of violations of the support-spring properties of the foot of schoolchildren in the process of physical education]. Kyiv. (in Russian).
18. Afanasyev, S., & Burdayev, K. (2017). Formation of the vertical stability of the body of junior schoolchildren with hearing impairments in the process of physical education. *Journal of Education, Health and Sport*, 7 (6), 1169–1178. DOI: <http://dx.doi.org/10.5281/zenodo.1252452>.

#### **Анотації**

**Актуальність.** Стан рухової функції відображає здатність конкретної біологічної системи вловлювати, накопичувати й перетворювати різні види енергії, речовини та інформації. Ця здатність може бути вимірною й вивчена об'єктивним дослідженням механічних рухів біологічної системи організму. Аналіз літературних джерел, документальних матеріалів, Інтернет-джерел свідчить про те, що регуляція вертикальної пози людини належить до найбільш актуальних біологічних і соціально-педагогічних проблем сучасності, при цьому вона розглядається не лише як один із факторів, що характеризують певне положення тіла людини в просторі, але і як найбільш істотний показник стану її здоров'я. **Мета роботи** – систематизувати знання та результати практичного досвіду з питань визначення особливостей морфофункціональних компонентів нижньої кінцівки дітей молодшого шкільного віку в процесі фізичного виховання як передумову розробки програми профілактики

порушень біомеханіки стопи.

Як свідчать дослідження, більшість фахівців надають особливого значення роботам у сфері регуляції вертикальної пози й, зокрема, формування постави людини. Однак, зазвичай, багато науковців досліджують цю проблему лише з одного погляду. Водночас питання, пов'язані з вивченням геометрії кісткових утворень стопи молодших школярів, у спеціальній літературі представлені фрагментарно. А тим часом такі дані, очевидно, могли б відчутно розширити сучасне уявлення про динамічні взаємодії в руховому апараті людини під час формування її природних локомоцій. У зв'язку з цим дослідження проблем прогнозування можливостей формування біомеханіки стопи дітей молодшого шкільного віку набуває надзвичайної актуальності.

**Ключові слова:** фізичне, виховання, опорно-рухової апарат, нижні, кінцівки, стопа, діти, молодшого, шкільного, віку.

**Vitaliy Burka. Морфофункціональні показателі нижніх кінцівок дітей молодшого шкільного віку в процесі фізичного виховання. Актуальність.** Состояние двигательной функции отражает способность конкретной биологической системы улавливать, накапливать и преобразовывать различные виды энергии, вещества и информации. Эта способность может быть измерена и изучена путем объективного исследования механических движений биологической системы организма. Анализ литературных источников, документальных материалов, Интернет-источников свидетельствует о том, что регуляция вертикальной позы человека относится к наиболее актуальным биологическим и социально-педагогическим проблемам современности; при этом она рассматривается не только как один из факторов, характеризующих определенное положение тела человека в пространстве, но и как наиболее существенный показатель состояния его здоровья. **Цель работы** – систематизировать знания и результаты практического опыта по вопросам определения особенностей морфофункциональных компонентов нижней конечности детей младшего школьного в процессе физического воспитания как предпосылку разработки программы профилактики нарушений биомеханики стопы.

Как показывают исследования, большинство специалистов придают особое значение работам в области регуляции вертикальной позы и, в частности, формирования осанки человека. Однако, как правило, многие авторы исследуют эту проблему только с одной точки зрения. В то же время вопросы, связанные с изучением геометрии костных образований стопы младших школьников, в специальной литературе представлены фрагментарно. А между тем такие данные, очевидно, могли бы существенно расширить современное представление о динамических взаимодействиях в двигательном аппарате человека при формировании его природных локомоций. В связи с этим исследования проблем прогнозирования возможностей формирования биомеханики стопы детей младшего школьного возраста приобретает чрезвычайную актуальность.

**Ключевые слова:** физическое, воспитание, опорно-двигательный аппарат, нижние, конечности, стопа, дети, младшего, школьного, возраста.

**Vitaliy Burka. Morphofunctional Indicators of Lower Limbs of Children of Primary School Age in the Process of Physical Education. Topicality.** The state of motor function reflects the ability of a particular biological system to capture, accumulate and transform various types of energy, substances and information. This ability can be measured and studied by means of objective studying the mechanical movements of an organism's biological system. The analysis of literary sources, documentary materials, the Internet space suggests that the regulation of the vertical posture of a person is among the most pressing biological and socio-pedagogical problems of the modern times, while it is considered not only as one of the factors characterizing a certain position of the human body in space, but also as the most significant indicator of his health. **The objective of the study** is to systematize the knowledge and results of practical experience on the identification of features of the morphofunctional components of the lower limb of primary school children in the process of physical education, as a prerequisite for developing a program for the prevention of foot biomechanics disorders.

The studies show that most specialists attach particular importance to the work in the field of regulation of vertical posture and, in particular, the formation of human posture. However, as a rule, many authors investigate this problem from only one point of view. At the same time, the issues related to the study of the geometry of the bone formations of a foot of younger schoolchildren are presented fragmentary in the special literature. Meanwhile, such data, obviously, could significantly expand the modern understanding of dynamic interactions in the human motor apparatus in the formation of its natural locomotion. In this regard, the study of problems of forecasting possibilities of forming a foot biomechanics of children of primary school age becomes extremely relevant.

**Key words:** physical education, musculoskeletal system, lower, limbs, foot, children, younger, school age.