

Біомеханічні властивості стопи юних спортсменів як передумова розробки технології фізичної реабілітації

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

Постановка наукової проблеми. Аналіз останніх досліджень та публікацій. Стопа є найважливішим структурним елементом опорно-рухового апарату людини, що забезпечує його статолокомоторну функцію і є цілісним морфофункціональним об'єктом, від якого залежить рухова функція людини [10, 11, 12]. Стопа як один із найважливіших органів прямоходіння людини в умовах природних локомоцій виконує не лише функцію опори, але й забезпечує організацію ресорних взаємодій тіла людини з опорною поверхнею [1, 3, 4, 5]. Різні захворювання та пошкодження органів опори часто супроводжуються серйозними функціональними порушеннями рухового апарату людини, зниженням сили й тонуусу м'язів, втратою здатності до нормального пересування [6, 13], що, нарешті, призводить до стійкої втрати працездатності та інвалідності [2, 14, 15].

Роботу виконано згідно з планом науково-дослідних робіт ДВНЗ «Прикарпатський національний університет імені Василя Стефаника» на 2013–2017 рр., а також відповідно до 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 – вивчити морфобіомеханічні особливості розвитку стопи юних спортсменів.

Методи дослідження – аналіз та узагальнення даних науково-методичної літератури, антропометрія, плантографія, подометрія, відеометрія й методи математичної статистики. методи математичної статистики, зокрема нами використано описову статистику, питання про відповідність емпіричних даних вирішувалося за допомогою критерію Шапіро-Уїлка. Якщо статистична значущість отриманого в результаті розрахунку значення критерію спостережуваних величин перевищувала 0,05 ($p > 0,05$), то фактичний розподіл визнано таким, що не відрізняється від нормального. Порівняльний аналіз показників здійснювали залежно від форми розподілу спостережуваних даних. У випадку підпорядкування емпіричних даних нормальному закону розподілу множинні порівняння здійснювалися за допомогою однофакторного дисперсійного аналізу. Якщо статистично значущі відмінності встановлено, для виявлення, між якими саме групами існують істотні відмінності, застосовували критерій Даннета. Якщо спостережувані показники не підпорядковувалися нормальному закону розподілу, множинні порівняння здійснювалися за допомогою критерію Краскала-Уїлкіса, тоді при встановленні статистично значущих відмінностей попарне порівняння груп показників реалізовувалося за допомогою критерію Манна-Уїтні. Статистичну обробку результатів дослідження здійснювали в програмі Statistica 7.0.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів. У процесі дослідження нами вивчено й проаналізовано біомеханічні особливості стопи хлопчиків 7–10 років під впливом занять спортом (табл. 1).

Таблиця 1

**Особливості показників опорно-ресорних властивостей стопи хлопчиків
7–10 років залежно від занять спортом (права стопа) (n=270)**

Показник	Заняття спортом					
	Середньостатистичні показники					
	діти, які не займаються спортом		футбол		баскетбол	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
1	2	3	4	5	6	7
<i>7 років</i>						
Довжина стопи, мм	174,67	3,02	175,94	3,78	176,72	3,49
Висота склепінь, мм	23,42	3,47	23,43	4,62	23,44	3,48

Закінчення таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7
Плюсневий кут α	18,94	2,21	19,31	2,29	18,43	2,36
П'ятковий кут β	26,17	4,25	27,30	2,75	26,64	3,24
Розрахунковий кут γ	134,89	5,92	133,39	3,98	134,93	4,77
8 років						
Довжина стопи, мм	199,09	24,41	189,28	18,46	195,04	18,93
Висота склепінь, мм	23,65	4,88	22,97	4,93	24,37	4,95
Плюсневий кут α	18,10	2,89	18,41	2,52	17,97	2,92
П'ятковий кут β	24,86	3,33	25,88	3,95	25,81	3,99
Розрахунковий кут γ	137,04	5,56	135,71	5,99	136,22	6,52
9 років						
Довжина стопи, мм	203,94	20,24	197,84	21,58	200,60	19,52
Висота склепінь, мм	25,12	5,06	25,62	3,96	24,89	4,45
Плюсневий кут α	19,03	2,86	19,44	2,74	18,76	2,73
П'ятковий кут β	26,48	6,12	24,40	3,38	24,06	3,40
Розрахунковий кут γ	134,49	8,22	136,16	5,35	137,18	5,35
10 років						
Довжина стопи, мм	207,19	19,45	205,79	23,43	217,97	26,83
Висота склепінь, мм	27,25	3,99	26,65	4,97	24,64	2,97
Плюсневий кут α	19,50	2,92	19,51	3,02	19,21	2,35
П'ятковий кут β	24,28	4,14	24,26	4,36	23,41	3,66
Розрахунковий кут γ	136,23	6,23	136,22	6,13	137,38	5,66

Аналогічні вимірювання й розрахунки виконано для лівої стопи хлопчиків 7–10 років (табл. 2).

Таблиця 2

**Особливості показників опорно-ресорних властивостей стопи хлопчиків
7–10 років залежно від занять спортом (ліва стопа) (n=270)**

Заняття спортом Показник	Середньостатистичні показники					
	діти, котрі не займаються спортом		футбол		баскетбол	
	\bar{X}	s	\bar{X}	s	\bar{X}	s
7 років						
Довжина стопи, мм	170,95	6,26	171,61	3,11	175,78	3,51
Висота склепінь, мм	21,81	2,45	21,88	3,67	22,31	3,02
Плюсневий кут α	18,92	1,78	19,20	2,69	17,99	2,46
П'ятковий кут β	26,26	4,26	26,33	4,01	24,66	5,10
Розрахунковий кут γ	134,81	5,20	134,48	5,37	137,35	6,68
8 років						
Довжина стопи, мм	194,72	23,82	184,99	19,38	192,01	19,59
Висота склепінь, мм	23,65	5,17	21,18	4,41	23,79	5,08
Плюсневий кут α	17,43	3,01	17,91	2,51	18,02	2,56
П'ятковий кут β	22,89	4,47	26,04	4,12	23,12	4,00
Розрахунковий кут γ	139,69	6,71	136,04	5,99	138,86	5,26
9 років						
Довжина стопи, мм	197,84	19,85	193,88	22,36	197,71	19,61
Висота склепінь, мм	24,45	5,60	24,00	4,69	24,06	3,84
Плюсневий кут α	18,65	2,79	19,24	3,11	17,47	2,69
П'ятковий кут β	25,08	6,49	23,52	3,20	21,29	3,96
Розрахунковий кут γ	136,27	8,33	137,24	5,36	141,25	5,73
10 років						
Довжина стопи, мм	199,65	19,01	201,71	23,60	214,65	26,02
Висота склепінь, мм	27,77	4,45	25,57	5,34	23,81	3,84
Плюсневий кут α	19,87	3,13	19,27	3,25	18,34	3,08
П'ятковий кут β	23,27	4,22	23,42	4,72	21,67	4,14
Розрахунковий кут γ	136,85	6,76	137,31	6,75	139,99	6,71

Оскільки подальші дослідження дали змогу пересвідчитись у відсутності статистично значущих ($p > 0,05$) відмінностей між показниками опорно-ресорних властивостей правої та лівої стоп, у подальших дослідженнях нами представлено дані за однією (правою) стопою.

Установлено, що максимальний приріст довжини стопи в хлопчиків, які не займаються спортом, що становив 13,98 % (в абсолютному вираженні 24,42 мм) відбувався між 7 і 8 роками. При цьому в інші вікові періоди темпи приросту довжини стопи помітно знизились і дорівнювали 2,44 % (усього 4,85 мм) між 8 і 9 роками та 1,59 % (усього 3,25 мм) між 9 і 10 роками. Схожі результати були характерними й для хлопчиків, котрі займаються футболом.

Так, між 7 і 8 роками приріст довжини стопи становив 7,58 % (усього 13,34 мм), а потім між 8 і 9 роками темп знизився до 4,56 % (усього 8,64 мм) і до 4,02 % (усього 7,95 мм) між 9 і 10 роками. Водночас темпи збільшення довжини стопи в хлопчиків, котрі займаються баскетболом, виявилися стрибкоподібними. Спочатку, як і в інших хлопчиків, простежували максимальний приріст довжини стопи в 10,36 % (усього 18,32 мм), потім, між 8 і 9 роками, темп знизився до 2,85 % (усього 17,37 мм), а вже між 9 і 10 роками знову зріс і становив 8,66 % (усього 17,37 мм).

Цікавий той факт, що по-іншому виглядала картина стосовно динаміки висоти склепінь стопи. Потрібно відзначити, що, порівнюючи висоту склепінь хлопчиків 7 і 8 років, які не займаються спортом, виявили, що за вказаний період вона зросла на 0,97 % (усього 0,23 мм), між 8 і 9 роками приріст становив 6,22 % (усього 1,47 мм), а між 9 і 10 роками спостерігали максимальний приріст у 8,49 % (усього 2,13 мм). Отримані дані свідчать про те, що в хлопчиків, які займаються футболом, зафіксовано таку динаміку розвитку склепінь стопи: із 7 до 8 років – негативна динаміка, зменшення – 1,86 % (усього 0,44 мм), із 8 до 9 років – максимальний приріст – 9,34 % (усього 2,19 мм), із 9 до 10 років – приріст становив 4,01 % (усього 1,03 мм). Розрахунки вказують, що в хлопчиків, які займалися баскетболом, висота склепінь стопи змінювалася стрибкоподібно: спочатку із 7 до 8 років зросла на 3,94 % (усього 0,92 мм), потім із 9 до 10 років – на 2,15 % (усього 0,52 мм), а з 8 до 9 років – навпаки, зменшилася на 0,99 % (усього 0,25 мм). На нашу думку, отримані результати свідчать про різномірне навантаження на стопу в хлопчиків 7–10 років.

Подальше співвіднесення отриманих даних із наявними порівняльними нормами для оцінки рівня розвитку висоти склепінь стопи [7, 8, 9] показало, що в сім років, незалежно від занять спортом, більшість хлопчиків характеризувалися дуже низьким або низьким рівнем розвитку висоти склепінь стопи, причому частки хлопчиків із дуже низьким і низьким рівнями стопи статистично значуще не відрізнялися залежно від занять спортом ($p > 0,05$) (табл. 3).

Таблиця 3

Розподіл хлопчиків 7–10 років за рівнями розвитку висоти склепінь стопи (n=270)

Заняття спортом Рівень розвитку	Розподіл за рівнями розвитку					
	діти, які не займаються спортом		футбол		баскетбол	
	n	%	n	%	n	%
7 років						
Дуже низький	5	27,78	2	13,33	4	25,53
Низький	7	38,89	8	53,33	7	41,18
Нижчий за середній	2	11,11	1	6,67	2	11,76
Середній	4	22,22	4	26,67	4	23,53
8 років						
Дуже низький	7	29,17	8	27,59	7	36,8
Низький	7	29,17	11	37,93	4	21,1
Нижчий за середній	5	20,83	3	10,34	4	21,1
Середній	5	20,83	7	24,14	4	21,1
9 років						
Дуже низький	5	25,00	4	16,67	8	30,8
Низький	8	40,00	12	50,00	11	42,3
Нижчий за середній	4	20,00	3	12,50	3	11,5
Середній	3	15,00	5	20,83	4	15,4
10 років						
Дуже низький	5	16,13	6	24,00	11	50,00
Низький	16	51,61	12	48,00	7	31,80
Нижчий за середній	6	19,35	3	12,00	4	18,20
Середній	4	12,90	4	16,00	-	-

Досить істотним, на наш погляд, є те, що такий самий результат зафіксовано й у 8-річному віці: розподіли хлопчиків за рівнями розвитку висоти склепінь стопи не мали статистично значущих відмінностей ($p > 0,05$). Причому в усіх випадках частка дітей, яка характеризувалася середнім рівнем склепінь стопи, не перевищувала 25 %. Натомість максимальний відсоток у кожній із груп становили хлопчики з низьким або дуже низьким рівнями розвитку висоти склепінь стопи.

Дослідженнями встановлено, що в дев'ять років серед хлопчиків, які не займаються спортом, більшість характеризувалася дуже низьким рівнем розвитку висоти склепінь стопи, причому частка таких хлопчиків, які займаються баскетболом, на 8,33 % перевищувала частку хлопчиків із дуже низьким рівнем розвитку висоти склепінь стопи, котрі на займаються спортом, і на 14,13 % – з аналогічним рівнем розвитку, які займаються футболом. Причому, як і в хлопчиків восьми років, частки дітей із низьким рівнем розвитку висоти склепінь стопи були максимальними, незалежно від їх занять спортом.

Стосовно дітей із дуже низьким рівнем розвитку висоти склепінь стопи, то ситуація в хлопчиків 10 років виявилася ще більш несприятливою, що ми спостерігали в дев'ять років: серед хлопчиків, які не займаються спортом, на 7,87 % менше з дуже низьким рівнем, порівняно з хлопчиками-футболістами та на 33,87 % – порівняно з хлопчиками, котрі займаються баскетболом. Зауважимо, що максимальний відсоток із дуже низьким і низьким рівнями розвитку висоти склепінь стопи виявився серед хлопчиків, які займаються баскетболом. І знову ж таки саме серед юних баскетболістів найменша частка мала середній рівень розвитку висоти склепінь стопи (на 12,9 %, порівняно з хлопчиками, котрі не займаються спортом, та на 16,0 % – порівняно з футболістами), що, можливо, спричинили надмірні навантаження на стопу юних баскетболістів під час виконання стрибків, властивих для занять баскетболом.

Характеристика кутових особливостей стопи хлопчиків 7–10 років, що вивчалися в ході дослідження, мала свої властивості (рис. 1).

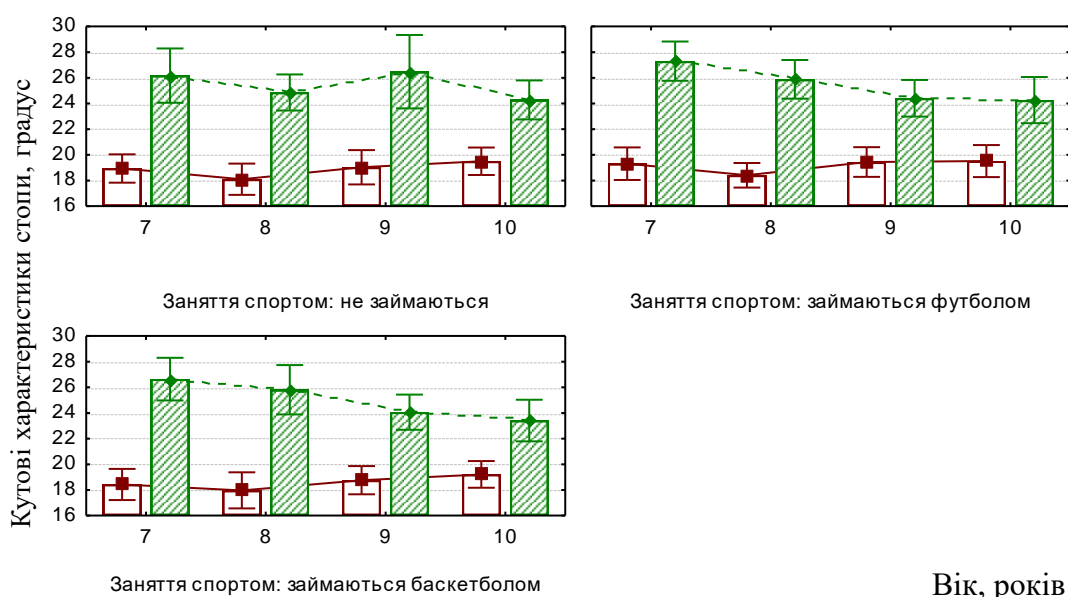


Рис. 1. Динаміка кутових параметрів стопи хлопчиків 7–10 років залежно від занять спортом
($n=270$)

■ - Кут альфа; ■ - Кут бета

Зауважимо, що у хлопчиків, котрі не займаються спортом, найбільший приріст кута альфа спостерігали між 8 і 9 роками (5,17 %, усього $0,94^0$), а між 9 і 10 роками – зріс на 2,44 % (усього $0,46^0$), у той час як між 7 і 8 роками – навпаки, плюсневий кут зменшився на 4,44 % (усього $0,84^0$). При цьому приріст кута бета зменшувався впродовж 7–8 і 9–10 роками (це зменшення становило 5,01 % (усього $1,31^0$) та 8,31 % (усього $2,20^0$) відповідно).

Відзначимо, що в хлопчиків, які займаються футболом, між 7 і 8 роками дослідження показало негативну динаміку й зменшення становило 4,68 % (усього $0,90^0$), а в наступні вікові періоди

простежували позитивну динаміку кута альфа від 0,39 % (усього 0,08⁰) між 9 і 10 роками до 5,61 % (усього 1,03⁰) між 8 і 9 роками. А кут бета змінювався таким чином: спочатку, між 7 і 8 роками, зменшився на 5,17 % (усього 1,41⁰), потім, між 8 і 9 роками, зменшився на 5,72 % (усього 1,48⁰), а потім, між 9 і 10 роками, зменшення становило на 0,58 % (усього 0,14⁰).

Разом із тим у хлопчиків восьми років, які займаються баскетболом, кут альфа виявився меншим, порівняно з 7-річними, на 2,50 % (усього 0,46⁰), більший у 9-річних, порівняно з 8-річними, на 4,42 % (усього 0,79⁰) та більшим у 10-річних, порівняно з 9-річними, на 2,39 % (усього 0,45⁰). Водночас кут бета між 7 і 8 роками зменшився на 3,12 % (усього 0,83⁰), а між 8 і 9 та 9 і 10 роками зменшення становило 6,77 % (усього 1,75⁰) та 2,70 % (усього 0,65⁰) відповідно.

Отримані результати дали можливість оцінити величину кута гама, який характеризує ресорні властивості стопи в цілому й дає можливість скласти цілісну картину розвитку опорно-ресорних властивостей стопи хлопчиків 7–10 років.

Можна помітити, що, на відміну від хлопчиків, які не займаються спортом і в яких кут змінюється без помітних закономірностей, у хлопчиків, котрі займаються футболом і баскетболом, кут гама має динаміку, що свідчить про погіршення біомеханічних властивостей їхніх стоп. Особливо це стосується хлопчиків, котрі займаються баскетболом: динаміка величини кута простежується впродовж усього вікового періоду. Так, із 7 до 8 років у них збільшення становило 0,96 % (усього 1,29⁰), із 8 до 9 – 0,7 % (усього 0,95⁰), із 9 до 10 – 0,15% (усього 0,20⁰). У футболістів також кут гама збільшується, але це збільшення менш помітне – із 0,05 % (усього 0,07⁰) із 9 до 10 до 1,74 % (усього 2,32⁰) із 7 до 8 років. Разом із тим у хлопчиків 8 років, які не займаються спортом, величина зазначеного кута більша, порівняно із 7-річними, на 1,60 % (усього 2,15⁰), 10 років – на 1,29 % (усього 1,74⁰) більша ніж у 9-річних, та на 1,86 % (усього 2,55⁰) менша у вісім років, аніж у дев'ять (рис. 2).

Попередньо до здійснення порівняльного аналізу, нами виконано дослідження, спрямоване на перевірку даних на підпорядкування нормальному закону розподілу. Результати оцінки розподілів спостережуваних показників нормальному закону розподілу представлено в таблиці (табл. 4).

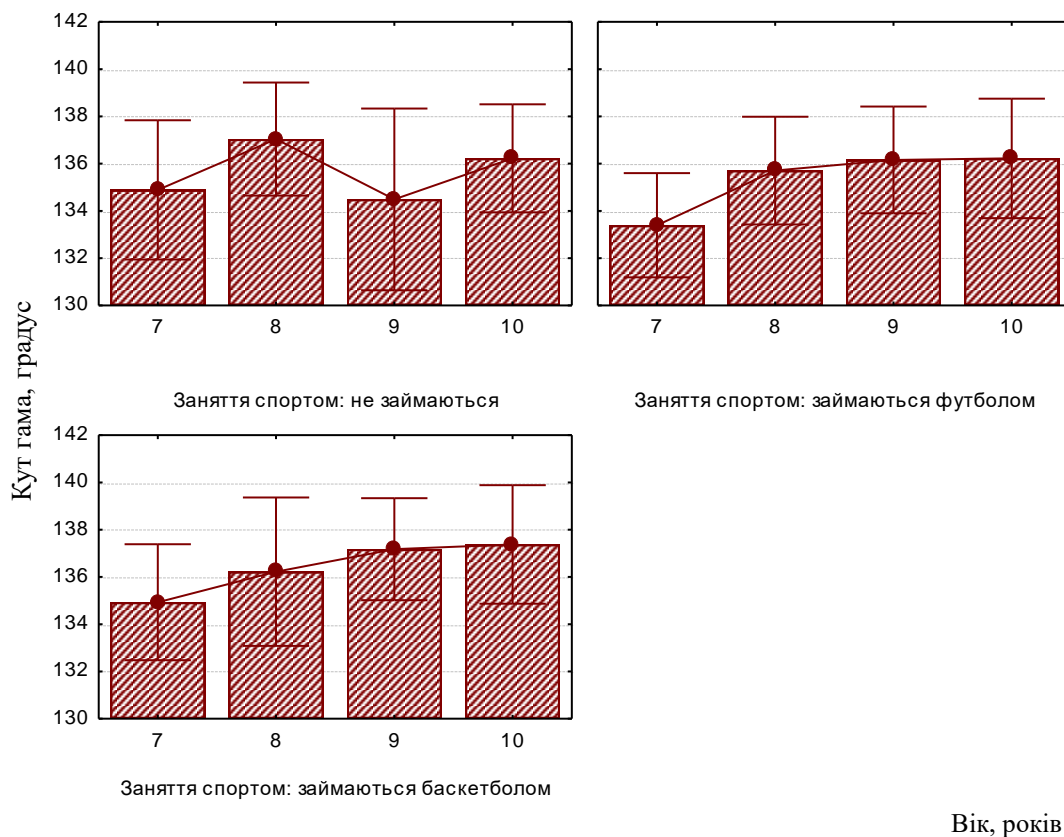


Рис. 2. Динаміка біомеханічних особливостей стопи хлопчиків 7–10 років за кутом гама залежно від занять спортом (n=270)

Оцінка відповідності показників опорно-ресорних властивостей стопи хлопчиків молодшого шкільного віку нормальному закону розподілу ($n=270$)

Заняття спортом Показник	Статистика критерію					
	діти, котрі не займаються спортом		футбол		баскетбол	
	W	p	W	p	W	p
7 років						
Довжина стопи, мм	0,899*	0,056	0,870	0,034	0,889	0,045
Висота склепінь, мм	0,932*	0,207	0,972*	0,891	0,860	0,015
Плюсневий кут α	0,978*	0,924	0,941*	0,396	0,927*	0,195
П'ятковий кут β	0,883	0,029	0,910*	0,134	0,854	0,012
Розрахунковий кут γ	0,898*	0,053	0,953*	0,573	0,885	0,038
8 років						
Довжина стопи, мм	0,867	0,005	0,748	0,000	0,907*	0,065
Висота склепінь, мм	0,900	0,021	0,933*	0,066	0,892	0,035
Плюсневий кут α	0,934*	0,122	0,869	0,002	0,880	0,022
П'ятковий кут β	0,952*	0,299	0,842	0,001	0,874	0,017
Розрахунковий кут γ	0,923*	0,067	0,890	0,006	0,908*	0,069
9 років						
Довжина стопи, мм	0,951*	0,377	0,939*	0,159	0,968*	0,562
Висота склепінь, мм	0,964*	0,627	0,980*	0,892	0,973*	0,701
Плюсневий кут α	0,956*	0,474	0,951*	0,279	0,963*	0,465
П'ятковий кут β	0,808	0,011	0,922*	0,065	0,968*	0,572
Розрахунковий кут γ	0,834	0,003	0,945*	0,206	0,960*	0,400
10 років						
Довжина стопи, мм	0,966*	0,427	0,966*	0,548	0,903	0,035
Висота склепінь, мм	0,946*	0,123	0,902	0,020	0,918*	0,068
Плюсневий кут α	0,976*	0,691	0,913	0,036	0,894	0,022
П'ятковий кут β	0,961*	0,309	0,960*	0,416	0,949*	0,302
Розрахунковий кут γ	0,928*	0,038	0,970*	0,637	0,957*	0,438

Примітка. * – W статистично значущий; приймається нульова гіпотеза про нормальний розподіл на рівні значущості $\alpha=0,05$.

Як і в попередньому дослідженні показників фізичного розвитку, порівняльний аналіз між показниками опорно-ресорних властивостей стопи хлопчиків 7–10 років виконувався відповідно до результатів оцінки розподілу емпіричних даних (рис. 3).

Унаслідок дослідження залежно від занять спортом виявлено відмінності між такими кутовими характеристиками стопи хлопчиків 10 років:

- ✓ висота склепінь стопи в хлопчиків, які займаються баскетболом, статистично значуще менша, порівняно з дітьми, котрі не займаються спортом, та статистично значуще менша, порівняно з тими, які займаються футболом;

- ✓ не доведено статистично значущих відмінностей між величиною склепіння стопи в хлопчиків, котрі не займаються спортом, і в хлопчиків, які займаються футболом.

Як показало дослідження, до певного віку відмінностей у стані стопи хлопчиків не простежуємо, а вже в 10 років стан стопи у тих, хто займається спортом, дещо відрізняється від стопи дітей, котрі не займаються спортом. І насамперед це стосується характеристик стопи баскетболом.

Разом із тим негативну динаміку щодо погіршення опорно-ресорних властивостей стопи простежуємо в усіх групах хлопчиків. Розподіл дітей 7–10 років щодо ступеня плоскостопості за величиною кута склепіння стопи дав змогу встановити, що загалом хлопчики 7–10 років характеризуються зниженим склепінням стопи (плоскостопість I ступеня).

Причому серед хлопчиків семи років, які не займаються спортом, на 4,45 і 1,31 % менше з нормальною стопою, порівняно з тими, котрі займаються футболом та баскетболом відповідно. З'ясувалося, що серед хлопчиків, які займаються футболом, на 3,14 % більше осіб із нормальною стопою, ніж серед юних баскетболістів. Крім того, дослідження показало, що у всіх групах дітей

трапляються хлопчики з плоскою стопою (плоскостопість II ступеня): максимальну частку, яка становила 17,7 %, зафіксовано серед хлопчиків, котрі займаються баскетболом. А частка тих, які не займаються спортом і займаються баскетболом, із плоскостопістю на 6,54 та 10,98 % виявилася меншою. На жаль, надалі з віком частка дітей із нормальною стопою постійно знижується, натомість зростає частка тих, хто має плоскостопість. І така ситуація характерна для всіх груп обстежених (табл. 5).

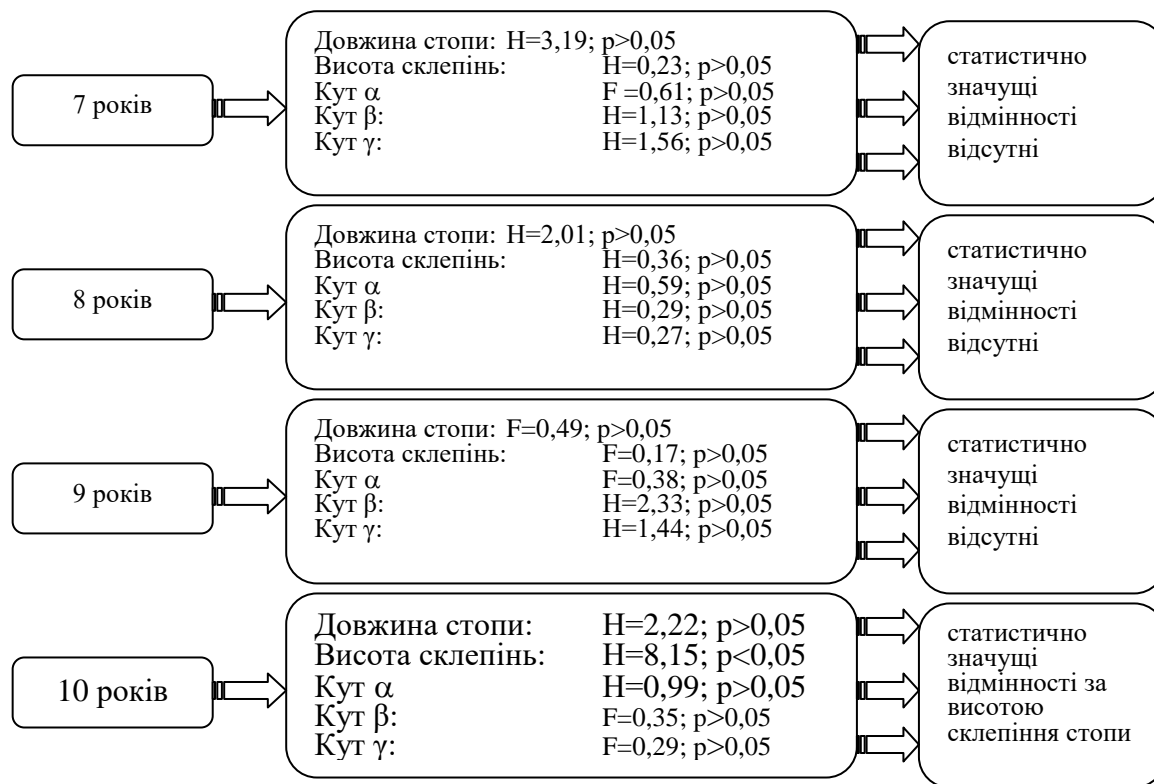


Рис. 3. Результати множинних порівнянь показників опорно-ресорних властивостей стопи хлопчиків 7–10 років ($n=270$)

Таблиця 5

Розподіл хлопчиків 7–10 років ступеня плоскостопості за величиною кута склепіння стопи ($n=270$)

Заняття спортом Оцінка склепіння стопи	Розподіл за рівнями величини кута склепіння стопи					
	діти, які не займаються спортом		футбол		баскетбол	
	n	%	n	%	n	%
7 років						
Нормальна стопа	4	22,22	4	26,67	4	23,53
Порушення склепіння стопи	12	66,67	10	66,67	10	58,82
Плоскостопість	2	11,11	1	6,67	3	17,65
8 років						
Нормальна стопа	4	16,67	7	24,14	5	26,32
Порушення склепіння стопи	16	66,67	18	62,07	10	52,63
Плоскостопість	4	16,67	4	13,79	4	21,05
9 років						
Нормальна стопа	3	15,00	5	20,83	4	15,38
Порушення склепіння стопи	14	70,00	14	58,33	17	65,38
Плоскостопість	3	15,00	5	20,83	5	19,23
10 років						
Нормальна стопа	4	12,90	4	16,00	2	9,09
Порушення склепіння стопи	20	64,52	15	60,00	14	63,64
Плоскостопість	7	22,58	6	24,00	6	27,27

Порівнюючи хлопчиків 7 і 10 років, можемо помітити, що серед хлопчиків, які не займаються спортом, частка з нормальною стопою скоротилася на 9,32 %, у дітей, котрі займаються футболом, – на 10,67 %, а в хлопчиків, які займаються баскетболом, – на 14,44 %. Відтак частка обстежених із плоскостопістю зростає таким чином: у хлопчиків, котрі не займаються спортом, – на 11,47 %, у хлопчиків, які займаються футболом, – на 17,33 %, а в тих, що займаються баскетболом, – на 9,62 %. Зауважимо, що максимальну частку дітей із плоскостопістю зареєстровано серед хлопчиків, які займаються баскетболом. Відповідно, найменша їх частка характеризувалася нормальною стопою.

Негативна тенденція щодо погіршення стану опорно-ресорних властивостей стопи підтвердилася й у процесі розподілу учасників експерименту за педометричним індексом Фрідланда (табл. 6).

Таблиця 6

Розподіл хлопчиків 7–10 років за педометричним індексом Фрідланда (n=270)

Заняття спортом	Розподіл за градаціями форми стопи					
	діти, які не займаються спортом		футбол		баскетбол	
	п	%	п	%	п	%
7 років						
Нормальна стопа	9	35,00	9	60,00	6	35,29
Порушення склепіння стопи	7	38,89	5	33,33	7	41,18
Плоска стопа	2	11,11	1	6,67	3	17,65
Різка плоскостопість	-	-	-	-	1	5,88
8 років						
Нормальна стопа	5	20,83	7	24,14	6	31,58
Порушення склепіння стопи	3	12,50	9	31,03	3	15,79
Плоска стопа	12	50,00	9	31,03	7	36,84
Різка плоскостопість	4	16,67	4	13,79	3	15,79
9 років						
Нормальна стопа	4	20,00	7	29,17	5	19,23
Порушення склепіння стопи	4	20,00	4	16,67	5	19,23
Плоска стопа	8	40,00	7	29,17	10	38,46
Різка плоскостопість	4	20,00	6	25,00	6	23,08
10 років						
Нормальна стопа	7	22,58	5	20,00	1	4,50
Порушення склепіння стопи	9	29,03	9	36,00	6	27,27
Плоска стопа	6	19,35	3	12,00	8	36,36
Різка плоскостопість	9	29,03	8	32,00	7	31,82

Так, найбільше дітей із нормальною стопою, частка яких становила 60,0 %, зафіксовано з-поміж хлопчиків семи років, котрі займаються футболом. Однак в інших вікових групах частка юних футболістів із нормальною стопою була значно меншою і в 10 років скоротилася на 40,00 %, порівняно із 7-річним віком. При цьому мінімальну частку дітей із нормальною стопою в 4,5 % спостерігали серед 10-річних баскетболістів. На відміну від 7-річних хлопчиків, які займаються баскетболом, серед 8-річних із нормальною стопою виявилось на 3,71 % менше. А вже в дев'ять років серед цих хлопчиків частка з нормальною стопою різко скоротилася: спочатку – на 12,35 %, а потім – ще на 14,73 %. Найменше дітей із різкою плоскостопістю зареєстровано серед хлопчиків семи років: серед хлопчиків, які не займаються спортом, і серед тих, що займаються футболом, жоден не характеризувався різкою плоскостопістю, а серед дітей, котрі займаються баскетболом, їх частка становила 5,88 %.

Висновки. Аналіз наукової літератури свідчить про те, що тіло людини в ортоградному положенні має систему складних механізмів, які забезпечують умови опори за рахунок морфофункціональних компонентів нижньої кінцівки, зокрема стопи.

Установлено, що найбільше дітей із нормальною стопою, частка яких становила 60,0 % зафіксовано з-поміж хлопчиків семи років, котрі займаються футболом. Однак в інших вікових групах частка юних футболістів із нормальною стопою була значно меншою і в 10 років скоротилася на 40,00 %, порівняно із 7-річними. При цьому мінімальну частку дітей із нормальною стопою в 4,5 % спостерігали серед 10-річних баскетболістів. На відміну від 7-річних хлопчиків, які займаються

баскетболом, серед 8-річних із нормальною стопою виявилось на 3,71 % менше. А вже в дев'ять років серед цих хлопчиків частка з нормальною стопою різко скоротилася: спочатку на 12,35 %, а потім ще на 14,73 %. Найменше дітей із різкою плоскостопістю зареєстровано серед хлопчиків семи років: серед хлопчиків, які не займаються спортом, і серед тих, котрі займаються футболом, жоден не характеризувався різкою плоскостопістю, а серед хлопчиків, які займаються баскетболом, їх частка становила 5,88 %. Утім, надалі все в більшій кількості хлопчиків фіксували різку плоскостопість. Так, у хлопчиків восьми років, котрі не займаються спортом, таких виявлено 16,67 %, серед 9-річних – на 3,33 % більше, ніж серед 8-річних, а в 10-річних – на 9,03 % більше, порівняно з 9-річними. І така тенденція характерна для інших груп хлопчиків. Серед футболістів 7–10 років простежено такий темп приросту дітей із плоскостопістю: із 7 до 8 років частка зросла на 13,79 %, із 8 до 9 років – на 11,21 %, із 9 до 10 років – на 7,0 %. Серед хлопчиків, котрі займаються баскетболом, прирости часток дітей із плоскостопістю, відповідно, становили 9,91; 7,29 та 8,74 %.

Вищенаведена інформація в подальшому буде нами використана як основа розробки технології фізичної реабілітації спортсменів на початковому етапі спортивної підготовки.

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

Джерела та література

1. Біомеханіка спорту: навч. посіб./Лапутін А. М. та ін. Київ: Олімп. літ., 2005. 320 с.
2. Букина Е. Н., Самусев Р. П. Характеристика структурно-функционального состояния стоп у спортсменов различных специализаций. *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 биоэлемента 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. *Физ. воспитание студентов творческих специальностей*: сб. науч. тр./под ред. С. С. Єрмакова. Харьков: ХХІІІ, 2002. № 1. С. 11–16.
6. Кашуба, В. А. Биомеханика осанки. Киев: Олимп. лит., 2003.
7. Кашуба В. А., Адель Бенжедду Профилактика и коррекция нарушений пространственной организации тела человека в процессе физического воспитания. Киев: Знания Украины, 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. 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.
13. Орловская Ю. В. Профилактическо-реабилитационное направление в системе многолетней подготовки юных спортсменов *Физкультура в профилактике, лечении и реабилитации*. 2003. № 2. С. 9–14.
14. Сергієнко К., Жарова І., Чередніченко 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.
15. 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.

Reference

1. Laputina, A. (2005). *Biomekhanika sportu* [Biomechanics of sports]. Kyiv, Ukraine: Olimpiyska literatura (in Ukrainian), 320 p.
2. Bukina, E., & Samusev, R. (2012). *Kharakteristika strukturno-funktsionalnogo sostoyaniya stop u sportsmenov razlichnykh spetsializatsiy* [Description of the structural and functional state of the feet in athletes of various specializations], 2, 8–11 (in Russian).

3. Dzhumok, A. (2014). *Metodika profilaktiki ploskostopiya u tennisistov grupp nachalnoy podgotovki* [Prevention of flat feet in tennis players of the initial training groups]. Dissertation of the candidate of sciences, 25 p. Mlakhovka, Russia (in Russian).
4. Kashuba, V. (2001). Biomekhanicheskiy videokompyuternyi 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 creative specialties], 1, 11–16 (in Russian).
6. Kashuba, V. (2003). *Biomekhanika osanki* [Posture biomechanics]. Kyiv, Ukraine: Olimpiyskaya literatura (in Russian).
7. Kashuba, V., & Benzheddu, A. (2005). *Profilaktika i korrektsiya 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, 160 p. (in Russian).
8. Kashuba, V., & Panenko, N. (2008). K voprosu profilaktiki narusheniya oporno-ressornoy funktsii stopy u yunyh sportsmenov [On the issue of prevention of disorders of the supporting-spring function of the foot in young athletes]. *Materialy Mezhdunarodnogo nauchnogo kongressa «Strategiya razvitiya sporta dlya vseh 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 sport], 2, 53–64 (in Russian).
11. Kashuba, V., Yarmolynskiy, L., Aleshina, A., & Bychuk, O. (2018). Morfobiomekhanichni osoblyvosti yunyh sportsmeniv na pochatkovomu etapi pidhotovky [Morphobiomechanical features of young athletes at the initial stage of training]. *Molodizhnyi naukovyi 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 Ukrainian).
12. Laputin, A., Kashuba, V., Gamaliy, V., & Sergienko, K. (2003). Diagnostika morfofunktionalnykh svoystv stopy sportsmenov [Diagnosis of morphofunctional properties of the foot of athletes]. *Nauka v olimpiyskom sporte* [Science in Olympic Sports], 41–56 (in Russian).
13. Orlovskaya, Y. (2003). Profilakticheskoye napravleniye v sisteme mnogoletney podgotovki yunyh 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).
14. Sergienko, K., Zharova, I., & Cherednichenko, P. (2016). Osoblyvosti oporno-ressornoy vlastyivosty stopy khlopchykiv starshoho doshkilnoho viku, yaki zaymayutsya futbolom [Features of the supporting-spring property of the foot of boys of pre-school boys involved in football]. *Teoriya i metodyka fizychnoho vykhovannya i sportu* [Theory and methodology of physical education and sports], 2, 43–47 (in Ukrainian).
15. Kashuba, V., Lopatskiy, 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.

Анотація

Актуальність. Стопа є найважливішим структурним елементом опорно-рухового апарату людини, що забезпечує її статолокомоторну функцію і є цілісним морфофункціональним об'єктом, від якого залежить рухова функція індивіда. При перевантаженнях систем, що підтримують скелет, 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. **Мета дослідження** – вивчити морфобіомеханічні особливості розвитку стопи юних спортсменів. **Методи дослідження** – аналіз та узагальнення даних науково-методичної літератури, антропометрія, плантографія, подометрія, відеометрія й методи математичної статистики. **методи математичної статистики.** Установлено, що найбільше дітей із нормаль-

ною стопою, частка яких становила 60,0 %, зафіксовано з-поміж хлопчиків семи років, котрі займаються футболом. Однак в інших вікових групах частка юних футболістів із нормальною стопою була значно меншою і в 10 років скоротилася на 40,00 %, порівняно з 7-річним віком. При цьому мінімальна частка дітей із нормальною стопою в 4,5 % спостерігалася серед 10-річних баскетболістів. На відміну від 7-річних хлопчиків, котрі займаються баскетболом, серед 8-річних із нормальною стопою виявилось на 3,71 % менше. А вже в дев'ять років серед цих хлопчиків частка з нормальною стопою різко скоротилася: спочатку – на 12,35 %, а потім – ще на 14,73 %. Найменше дітей із різкою плоскостопією зареєстровано серед хлопчиків семи років: серед хлопчиків, які не займаються спортом, і серед тих, котрі займаються футболом, жоден не характеризувався різкою плоскостопією, а серед хлопчиків, котрі займаються баскетболом, їх частка становила 5,88 %. Утім, надалі все в більшій кількості хлопчиків фіксувалася різка плоскостопість. Так, у хлопчиків восьми років, які не займаються спортом, таких виявлено 16,67 %, серед 9-річних – на 3,33 % більше, ніж серед 8-річних, а в 10-річних – на 9,03 % більше, порівняно з 9-річними. І така тенденція характерна для інших груп хлопчиків. Серед футболістів 7–10 років виявлено такий темп приросту дітей із плоскостопією: із 7 до 8 років частка зросла на 13,79 %, із 8 до 9 років – на 11,21 %, із 9 до 10 років – на 7,0 %. Серед хлопчиків, котрі займаються баскетболом, прирости часток дітей із плоскостопією, відповідно, становили 9,91; 7,29 та 8,74 %.

Вищенаведена інформація в подальшому буде нами використана як основа розробки технології фізичної реабілітації спортсменів на початковому етапі спортивної підготовки.

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

Игорь Выпасняк, Оксана Самойлюк. Биомеханические свойства стопы юных спортсменов как предпосылка разработки технологии физической реабилитации. Актуальность. Стопа есть важнейшим структурным элементом опорно-двигательного аппарата человека, обеспечивает его статолокомоторную функцию и выступает целостным морфофункциональным объектом, от которого зависит двигательная функция человека. При перегрузках систем, поддерживающих своды, нарушается функция стопы, искажается в целом двигательный стереотип, происходит нежелательное перераспределение сил и перегрузки в других отделах опорно-двигательного аппарата, в результате чего и возникает патология. **Цель исследования** – изучить морфобиомеханические особенности развития стопы юных спортсменов. **Методы исследования** – анализ и обобщение данных научно-методической литературы, антропометрия, плантография, подометрия, видеометрия и методы математической статистики. Установлено, что больше всего детей с нормальной стопой (60,0 %) зафиксировано среди мальчиков семи лет, занимающихся футболом. Однако в других возрастных группах доля юных футболистов с нормальной стопой была значительно меньше, и в 10 лет сократилась на 40,00 %, по сравнению с 7-летним возрастом. При этом минимальная доля детей с нормальной стопой в 4,5 % наблюдалась среди 10-летних баскетболистов. В отличие от 7-летних мальчиков, занимающихся баскетболом, среди 8-летних с нормальной стопой оказалось на 3,71 % меньше. А уже в девять лет среди этих мальчиков доля с нормальной стопой резко сократилась: сначала – на 12,35 %, а затем – еще на 14,73 %. Менше детей с резким плоскостопием зарегистрировано среди мальчиков семи лет, не занимающихся спортом, и среди мальчиков, занимающихся футболом, никто не характеризовался резким плоскостопием, а среди мальчиков, занимающихся баскетболом, их часть составила 5,88 %. Впрочем в дальнейшем все в большего количества мальчиков фиксировалась резкое плоскостопие. Так, у мальчиков восьми лет, не занимающихся спортом, таких оказалось 16,67 %, среди 9-летних – на 3,33 % больше, чем среди 8-летних, а в 10-летних – на 9,03 % больше, по сравнению с 9-летними, и такая тенденция характерна для других групп детей. Среди футболистов 7–10 лет наблюдался следующий темп прироста детей с плоскостопием: с 7 до 8 лет часть выросла на 13,79 %, с 8 до 9 лет – на 11,21 %, с 9 до 10 лет – на 7,0 %. Среди мальчиков, занимающихся баскетболом, приросты доли детей с плоскостопием, соответственно, составили 9,91; 7,29 и 8,74 %.

Выше приводится информация, что в дальнейшем будет нами использована как основа разработки технологии физической реабилитации спортсменов на начальном этапе спортивной подготовки.

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

Ihor Vypasniak, Oksana Samoyliuk. Biomechanical Properties of the Foot of Young Athletes as a Prerequisite for the Development of Physical Rehabilitation Technology. Topicality. Foot is the most important structural element of the musculoskeletal system of a person, provides its statolocomotor function and is an integral morphofunctional object, on which the motor function of a person depends. 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. **The Objective of the Study** is to study the morphobiomechanical features of the development of the foot of young athletes. **Methods of the Research** – analysis and synthesis of data from scientific and methodological literature, anthropometry, plantography, podometry, videometry and methods of mathematical statistics. It was found that most of the children with a normal foot, whose share was 60,0 %, were recorded among 7-year-old boys involved in football. However, in other age groups, the proportion of young footballers with normal foot was significantly less and at 10 years of age decreased by 40,00 %

compared with the boys aged 7 years. At the same time, the minimum proportion of children with a normal foot of 4,5 % was observed among 10-year-old basketball players. Unlike the 7-year-old boys involved in basketball, among the 8-year-olds with a normal foot, it was 3,71 % less. And already at the age of 9, among these boys, the proportion of normal feet dropped sharply: first by 12,35 %, and later by 14,73 %. Fewer children with sharp flat feet were registered among boys of 7 years old among boys who are not involved in sports and among boys involved in football, no one was characterized by sharp flat feet, and among boys involved in basketball their share was 5,88 %. However, further more and more boys recorded sharp flat feet. So, among boys of 8 years of age who are not involved in sports, 16,67 % are identified with flat feet, among 9-year-olds by 3,33 % more than among 8-year-olds, and in 10-year-olds by 9,03 % more compared to 9-year-old, and this trend is characteristic of other groups of boys. The following growth rate of children with flat feet was revealed among football players of 7–10 years old: from 7 to 8 years old, the share increased by 13,79 %, from 8 to 9 years old – by 11,21 %, from 9–10 years – by 7,0 %. Among the boys involved in basketball, the increase in the shares of children with flat feet was 9,91, 7,29 and 8,74 %, respectively.

The above information will be further used by us as the basis for the development of technology for the physical rehabilitation of athletes at the initial stage of sports training.

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

УДК 37.037

Іван Миронюк, Мар'яна Дуб

Вплив занять за комплексною програмою фізичної реабілітації на показники фізичного та психоемоційного стану студенток з ожирінням

Ужгородський національний університет (м. Ужгород)

Постановка наукової проблеми та її значення. Ожиріння є одним із найпоширеніших у світі хронічних захворювань не лише дорослих, а й молоді. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) ще в 1997 р оголосила цю патологію глобальною епідемією, яка й на сьогодні залишається однією з найбільш значущих проблем медицини. Раніше вважалося, що проблема ожиріння актуальна для країн із високим рівнем життя, проте нині кількість осіб молодого віку, які страждають від надмірної маси тіла й ожиріння, зростає в країнах із низьким і середнім рівнями доходів, особливо в міських умовах [8].

В Україні наявна ситуація з надмірною масою тіла також не є сприятливою. За статистичними даними, загалом в українській популяції розповсюдженість надмірної маси тіла становить 29,7 % серед жінок і 14,8 % – серед чоловіків [3]. Установлено статеві особливості щодо поширеності ожиріння, які вказують на те, що серед жінок різного віку ця патологія трапляється частіше, ніж серед чоловіків, що пов'язано зі статевими відмінностями в структурі та функціях чоловічого й жіночого організму [1].

Важливою умовою фізичної реабілітації осіб з ожирінням є модифікація способу життя, яку визнано перспективним напрямом у терапії та реабілітації тематичних хворих [2]. Домінуючим етапом модифікації способу життя визнано збільшення щоденної фізичної активності, яка розглядається як доступний, простий та ефективний метод профілактики метаболічного синдрому, цукрового діабету типу 2 й серцево-судинних ускладнень [9]. У фаховій літературі представлено значну кількість інформації стосовно програм корекції надмірної ваги та ожиріння [2, 4, 6, 7, 9]. Можна зробити узагальнювальні висновки про те, що до сьогодні не обґрунтовані методичні підходи до застосування засобів фізичної реабілітації у хворих на ожиріння й метаболічний синдром. Рациональна організація діагностичної та лікувально-профілактичної роботи з такими пацієнтами в поєднанні з освітніми заходами необхідна для досягнення найбільшої ефективності реабілітації, максимального зниження ризику ускладнень. Зазначене зумовлює необхідність поглибленого