

УДК 685:796.42.611.718]-053.6"465*12/16"

ВСТАНОВЛЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ МІЖ РІЗНИМИ РОЗМІРНИМИ ОЗНАКАМИ СТОП ЛЕГКОАТЛЕТІВ ВІКОМ 12-16 РОКІВ

Петрус Б. Б., Козарь О. П., Рейс Т. Т., Бреднікова С. В.

ESTABLISHMENT OF REGULARITIES BETWEEN DIFFERENT DIMENSIONAL SIGNS OF FOOT ATHLETES AGED 12-16 YEARS

Petrus Boris, Kozar Oksana, Reis Tiberiy, Brednikova Svitlana

В роботі проведено антропометричні дослідження стоп дітей легкоатлетів віком 12-16 років. Встановлено, що криві розподілу довжини та висоти стопи досліджуваних груп відповідають закону нормального розподілу. Доведено лінійну залежність між висотою вигину човноподібної кістки стопи та довжиною і шириною стопи.

Ключові слова: спортивне взуття, стопа, легка атлетика, проектування, конструкція, раціональна внутрішня форма

The comfort and functionality of a sports footwear mostly depends on how the dimensional indicators and the shape of the typical foot in the inner form of the footwear – footbed - are displayed.

The purpose of the work is to establish patterns between the various dimensional features of foot of athletes aged 12-16 years based on the study of long and high-altitude anthropometric foot studies for the further development of special athletic shoes.

Anthropometric research has been carried out in this work and 21 dimensions of the feet of children-athletes have been determined; the regularities of the normal distribution of the feet in length and height have been determined; linear dependencies between length and width of the foot and bending height of the boat-shaped bone of the foot have been deduced.

For the study of the anthropometric parameters of the foot, a plantograph device was used, since the method of obtaining a plotogram with the help of a pantograph is fast and gives fairly accurate data during the processing of the results ($\pm 1-2$ mm).

As a result of the establishment of regularities between different dimensional signs of foot of athletes aged 12-16 years, we can sum up the following:

- the curves of length and height distribution of the studied groups correspond to the law of normal distribution.

- the linear dependence between the bending height of the boat bone and the length and width of the foot has been proved.

Keyword: sport shoes, foot, athletics, design, construction, rational internal form

Комфортність і функціональність спортивного взуття в більшості залежить від того, наскільки відображені розмірні показники і форма типових стоп у внутрішній формі взуття – колодці. Тому при розробці внутрішньої форми спортивного взуття необхідно враховувати особливості морфології, дані фізіології і біомеханіки стоп, специфічні для даної групи спортсменів, тобто для спортсменів–легкоатлетів віком 12 – 16 років.

Специфіку проектування колодок для спортивного взуття визначають наступні фактори:

- особливості морфології стоп, характерних для окремих груп спортсменів, а також відмінність в типології стоп спортсменів і не спортсменів;

- особливості біомеханіки стоп спортсменів в окремих видах спорту і вимоги, пред'явлені у зв'язку з цим, до деяких параметрів колодок (висоти припіднятості п'яткової частини, параметри лінії сліду і т. д.);

- характерні особливості для взуття, які використовуються у визначених видах спорту, значні відмінності в навантаженні, тривалості їх дії і розподілення по поверхні стопи, а також витікаючі із цього відмінності у відношенні розмірних ознак стоп і параметрів внутрішньої форми взуття;

- деякі спеціальні вимоги спортсменів до внутрішньої форми і відношення її параметрів і розмірних ознак стоп.

Всі ці перераховані вище показники неможливо було б визначити без антропометричних досліджень стоп. Адже на основі цих обмірів, досліджень стоп, отримуються дані для створення спеціальних легкоатлетичних колодок для спортсменів.

Легка атлетика – це один з основних та найбільш масових видів спорту, який об'єднує такі дисципліни як ходьба, біг, стрибки, штовхання та легкоатлетичне багатоборство. Кожен вид цього спорту вимагає використання спеціального взуття, так як має особливу біомеханіку рухового апарату, а особливо стопи. Мета носіння спеціального взуття на змаганнях полягає в тому, щоби захистити стопу, надати їй стабільність та щільний контакт з поверхнею. Нажаль для дітей легкоатлетів 12 – 16 років відсутнє належне спеціальне, тренувальне взуття, оскільки відсутні наступні відомості:

- антропометричні дані та розмірні ознаки стоп дітей легкоатлетів;
- спеціальні легкоатлетичні колодки для дітей;
- розмірно-повнотний асортимент колодок для дітей легкоатлетів.

За даними спортивної морфології існує наявність різниці між пропорціями тіла, ніг і стоп легкоатлетів. У бігунів на короткій та середній дистанціях струнка фігура і довгі ноги, а марафонці як правило невеликого зросту; спортсмени, які займаються штовханням, відрізняються високим зростом, великою довжиною ніг та більш розвинутими поперечними розмірами тіла.

При дослідженні стоп спортсменів–легкоатлетів, а саме хлопців та дівчат віком від 12 – 16 років важливо дослідити, який тип стопи характерний для них, а також виявити, в якій формі виявляється найбільш типові для даної групи морфо функціональні зміни розмірів і форм окремих частин стопи, від конкретного виду легкої атлетики, проаналізувати їх значимість для теорії та практики проектування колодок і конструювання спортивного взуття.

Функціональність спортивного взуття можна розглядати як комплекс властивостей з конкретною взаємозв'язаністю і взаємопідпорядкованістю, які залежать від цільового призначення взуття [1]. Для сучасного спортивного взуття можна виділити дві функції: основну — забезпечення можливості досягнення високих спортивних результатів, і допоміжну, до якої можна віднести захист від несприятливих дій зовнішнього середовища, травм, а також профілактику захворювання стопи спортсмена [2-4].

Проблематикою встановлення особливостей антропології та морфології стоп спортсменів залежно від виду спортивної спеціалізації, віку та статі спортсмена займалось багато вчених, таких як Коновал В.П., Архипов О.А., Бернштейн М. О., Лапутин А. М., Половніков І.І. та багато інших [4-8]. Сучасна діагностика морфофункціональних властивостей стопи спортсмена, біомеханіка і фізіологія руху [1,2,6] підтверджує гіпотезу взаємозв'язку і взаємопідпорядкованості функціональних властивостей спортивного взуття конкретного цільового призначення в залежності від спортивної спеціалізації.

В праці [9] визначено динаміку зміни морфологічних показників поперечного склепіння стоп впродовж трьох місяців, значення латерального та медіального кутів правої і лівої стопи. Встановлено, що характер циклічного бігового руху (прямолінійний і непрямолінійний), спортивна спеціалізація (спринтери і стаєри), стать спортсмена визначають особливості реакції стопи на фізичні навантаження і змінюють її морфологічні характеристики.

Метою роботи є встановлення закономірностей між різними розмірними ознаками стоп легкоатлетів віком 12-16 років на основі вивчення довжинних та висотних

антропометричних досліджень стоп для подальшого створення спеціального легкоатлетичного взуття.

Для досягнення даної мети були сформульовані завдання дослідження:

- проведення антропометричних досліджень та визначення розмірних ознак стоп дітей легкоатлетів;
- встановлення закономірності нормального розподілу стоп за довжиною та висотою;
- виведення лінійної залежності між довжиною і шириною стопи та висотою вигину човноподібної кістки стопи.

Важливе значення для створення колодок легкоатлетичного взуття для спортсменів віком від 12-16 років відіграють антропометричні дослідження. На стопі вимірюють три види розмірів: лінійні (довжина, ширина, висота), об'ємні і кутові. Параметри анатомічних точок стопи (рис.1) замірюють в прямокутній системі координат, тобто в системі побудови колодок.

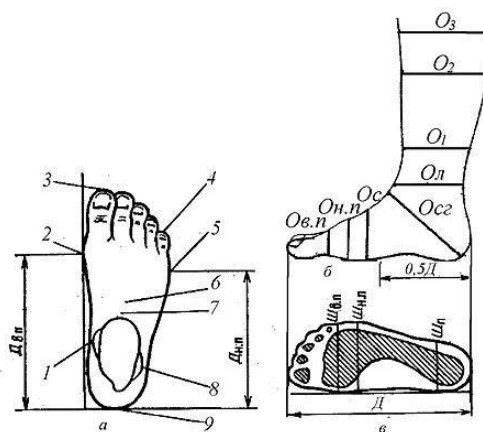


Рис. 1. Основні антропометричні точки стопи (а) і лінії обміру стопи (б, в):

(рис.1, а) довжина (Д) стопи – відстань від точки 9 до найбільш віддаленої точки 3 на першому або другому пальці; Д в.п. – відстань від точки 9 до центра головки першої плюсневої кістки 2 Д н.п. – відстань від точки 9 до: 5 - центра головки плюсневої кістки; 4 - до кінця п'ятого пальця; 6 - до точки згину стопи; 7 - до центра зовнішньої щиколотки;

(рис.1. б) обхват в плюснефаланговому з'єднанні Ов.п – периметр січення через головку першої плюсневої кістки; обхват через найбільш широке місце стопи Он.п – периметр січення, який проходить через головку п'ятої плюсневої кістки; обхват Ос через середину 6 довжини стопи; косий обхват Осг – периметр січення, який проходить через точку згину стопи 7 і найбільш випуклу точку п'ятки 9 (косий підйом); обхват по щиколоткам Ощ – периметр січення, який проходить через центр внутрішньої щиколотки1; обхват над О₁ – периметр січення, який проходить по найбільш вузькому місці гомілки над щиколотками; обхват гомілки в найбільш ширшому місці О₂; обхват гомілки під коліном О₃;

(рис.1. в) ширина стопи Ш н.п и Ш в.п за січенням, проведеним перпендикулярно повздовжній осі через центри головок першої і п'ятої плюсневих кісток; ширина п'ятки Шп – за січенням, повздовжнім через центр п'ятки; ширина опори стопи (відбиток) – на відбитку по тим же січенням, що і ширина стопи.

Для масового обміру стоп зазвичай використовують непрямий метод плантографії, який представляє собою отримання відбитку стопи з використанням спеціального приладу – плантографу (рис.2), його візуальну оцінку і проведення графіко-розрахункового аналізу. Для зняття відбитку і отримання горизонтальної проекції стопи на подушечку плантографу наносять штемпельну фарбу, кладуть чистий лист паперу і опускають рамку 2 з натягнутою полівінілхлоридною плівкою 1. На плівку ставлять праву стопу, обводять її контурографом і проектують на плантограму точку центра головки першої плюсневої кістки 2, найбільш віддаленої точки на першому або другому пальці 3, точку центра головки п'ятої плюсневої кістки.

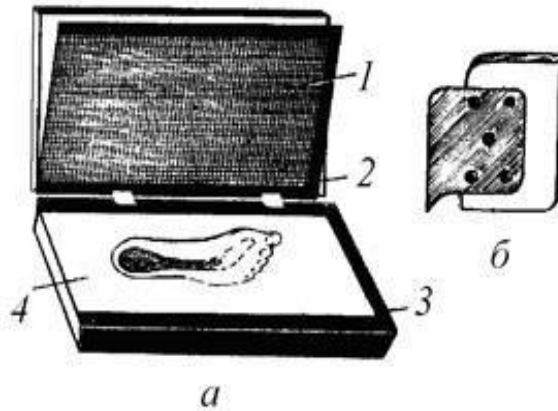


Рис. 2. Плантограф (а) і контурограф (б):

1 – полівінілхлоридна плівка; 2 – рамка; 3 – основа; 4 – лист паперу.

Для оцінки плантограми дітей використана методика, запропонована Н. А. Циркуною (рис.3) .

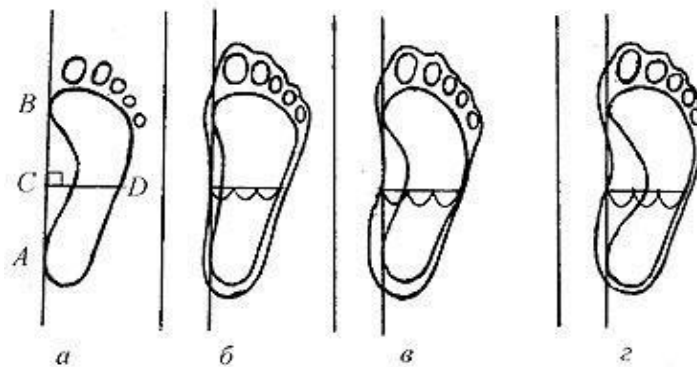


Рис. 3. Метод оцінки плантограми дітей:

а – графічний аналіз плантограми; б, в, г – типові межі відбитків для дітей 3-4-х, 5-7-ми и 8-18-ти років.

До внутрішньої сторони отриманого відбитку проводиться пряма АВ. Із середини відстані АВ встановлюється перпендикуляр СД, довжина якого ділиться на три рівні частини. Типова ширина відбитка стопи здорових дітей трьох-чотирьох років буде обмежуватися серединою першої (від прямої) третини перпендикуляра СД (рис.2, б). У дітей п'яти-семи років межі відбитка проходить між першою і середньою третинною перпендикуляра (рис.2., в), а починаючи із восьми до вісімнадцяти років – через середину СД (рис.2., г). Плантограми дослідних стоп порівнюють із віковими стандартами відбитків. Ширина відбитка, яка перевищує межі, вказані для даного віку, може бути показником сплюснення стопи.

Індивідуальний обмір стопи виконується для підбору і корегування колодок за методом В. П. Апанасенко. Цей метод дозволяє швидко, з високою точністю і в чіткому співвідношенні з антропологічними особливостями ніг людини обмірювати стопу і корегувати колодку.

Проведення антропологічних досліджень за довжиною і висотою стоп.

Форма і розміри стоп визначаються статтю, віком і певною мірою конструкцією людей, залежно від раси, клімату, географічного положення. Тому для обміру стоп людей поділяють на певні представницькі групи. Дослідження проводились на базі Мукачівської та Ужгородської дитячо-юнацької спортивної школи. В якості об'єктів досліджень вибрані дві

вікові категорії дітей, а саме: 12–14 років та 14–16 років, хлопчики та дівчата. Така градація характеризується своєрідним розвитком організму дітей, тренувальним процесом та гендерним поділом груп. Для отримання достовірних даних, під час проведення антропометричних досліджень, було здійснено вибірку за відповідною методикою загальною кількістю 200 дітей легкоатлетів, в яку ввійшло 100 дівчат та хлопчиків вікової категорії 12–14 років та 100 дівчат і хлопчиків вікової категорії 14–16 років.

Для проведення дослідження антропометричних параметрів стопи було використано прилад типу плантограф, оскільки методика отримання плантограми за допомогою пантографа є швидкою та дає досить точні дані під час обробки результатів ($\pm 1-2$ мм). Для додаткових досліджень використовувались лінійка, гнучка сантиметрова стрічка.

Розподіл розмірних ознак стоп в однорідному колективі підпорядковується закону нормального розподілу.

Криву нормального розподілу побудовано за рівнянням (1.1):

$$y = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(D_i - D)^2}{2\sigma^2}} \quad (1.1)$$

де y – число стоп заданої довжини D в колективі;

σ – квадратичне відхилення;

D_i – довжина стопи;

D – середня довжина стопи для даного колективу.

Аналогічна закономірність розподілу будь-яких інших розмірних ознак стопи. Отже, знаючи середнє значення ознаки M і його дисперсію σ^2 або квадратичне відхилення σ , можна підрахувати, яке число стоп буде мати той чи інший розмір.

Якщо взяти $\sigma = 1$ і замінити $(D_i - D) / \sigma$ величиною t , то формула (1.1) набуде наступного вигляду:

$$Z_t = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{t^2}{2}} \quad (1.2)$$

Чисельність розподілення визначається за формулою:

$$y = \frac{h}{Z_t \sigma} \quad (1.3)$$

де h – класовий інтервал, який в радянській метричній системі нумерації дорівнює 5мм.

Співвідношення розмірів стоп за висотою та шириною стопи виражається рівнянням регресії з невеликим вільним членом, тому можна вважати, що залежність між довжиною та шириною стопи пропорційні.

Відібрані плантограми оброблялися за звичайною методикою. На розкреслених плантограмах вимірялися відрізки від осі до контуру, відбитку і горизонтальної проекції стоп, положення п'яtkового та носкового відділів та ін.

Також за допомогою закону нормального розподілу, був зроблений розподіл довжини та висоти стоп дітей легкоатлетів віком 12-16 років в однорідному середовищі.

Під час проведення антропометрії було досліджено 21 розмірну ознаку стопи (висотні і довжинні) [2], які необхідні для розробки раціональної колодки (рис.1.). Відбиралися плантограми, у яких відхилення цих розмірів від їх середніх значень не перевищує $\pm 0,5$ мм. Результати антропометричних досліджень оброблялися методами математичної статистики. Всі показники були обраховані, систематизовані та визначені за формулами (середнє значення – M ; статистична помилка – m ; середнє квадратичне відхилення – δ ; коефіцієнти варіації або мінливості – V %, коефіцієнт кореляції – $r_{y \setminus x}$; коефіцієнт регресії – $R_{y \setminus x}$):

Міжнародний науковий журнал «ОСВІТА І НАУКА». Випуск 24(1) 2018

$$M = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i \quad (1.4)$$

$$m_m = \frac{\delta}{\sqrt{n}} \quad (1.5)$$

$$\delta = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (1.6)$$

$$V = \frac{\delta}{M} \cdot 100\% \quad (1.7)$$

Результати антропометричних обмірів та математично-статичної обробки представлені в таблицях 1 і 2.

Таблиця 1

Результати математично-статичної обробки антропометричних даних стоп дітей легкоатлетів віком 12 – 14 років

№	Розмірні ознаки	Хлопчики				Дівчата			
		М	δ	m _m	V	М	δ	m _m	V
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Довжина :									
1	Довжина стопи (Д _{ст})	245,31	9,66	1,44	3,94	232,78	8,90	1,33	3,82
2	До початку відбитку (ОО')	8,58	2,35	0,35	27,42	8,09	1,84	0,27	22,69
3	До самого широкого місця п'ятки (Д1)	42,89	4,70	0,70	10,95	38,53	4,47	0,67	11,60
4	До самого вузького місця в переймах (Д2)	108,76	10,97	1,63	10,08	104,22	12,76	1,90	12,24
5	До зовнішнього пучка (Д3)	155,62	5,86	0,87	3,76	148,53	6,68	1,00	12,24
6	До середини пучків (Д4)	166,47	6,99	1,04	4,20	159,29	7,51	1,12	4,71
7	До внутрішнього пучка (Д5)	178,13	7,39	1,10	4,15	169,53	8,52	1,27	5,01
8	До кінця відбитку п'ятого пальця (Д6)	194,04	9,10	1,36	4,69	181,91	8,73	1,30	4,79
9	До кінця великого пальця (Д7)	22,62	8,72	1,30	3,92	211,64	10,52	1,57	4,97
Висота :									
10	З найвищої точки першого пальця (В1)	19,90	0,26	0,83	4,17	19,90	0,26	0,83	1,17
11	До найвищого внутрішнього пучка (В2)	33,20	0,39	1,25	3,76	33,20	1,25	0,39	4,26

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
12	До найвищого згину стопи на сухожиллі першого пальця (В3)	63,60	0,86	2,73	4,29	63,00	2,73	0,86	8,36
13	До вигину човноподібної кістки(В4)	21,40	0,75	2,37	11,10	21,40	0,75	2,3	11,10
14	До точки найбільш виступаючої точки п'яtkового заокруглення (В5)	18,20	0,24	0,75	4,11	18,20	0,24	0,75	4,11
15	До найбільш глибокої точк п'яtkового заокруглення (В6)	67,50	1,44	4,57	6,67	67,50	1,44	4,57	6,67
16	З зовнішньої сторони до найбільш виступаючої точки п'ятки (В7з)	8,70	0,25	0,78	8,98	8,70	0,25	0,78	8,98
17	З внутрішньої сторони до найбільш виступаючої точки п'ятки (В7в)	9,00	0,24	0,77	8,61	9,00	0,24	0,77	8,61
18	З зовнішньої сторони під щиколоткою до найбільш глибокої точки (В8з)	39,30	1,08	3,41	8,67	39,30	1,08	3,41	8,67
19	З внутрішньої сторони під щиколоткою до найбільш глибокої точки (В8в)	45,70	1,50	1,75	10,10	45,70	1,50	1,75	10,10
20	З зовнішньої сторони до найбільш виступаючої точки щиколотки (В9з)	56,30	0,55	1,73	3,08	56,30	0,55	1,73	3,08
21	З внутрішньої сторони до найбільш виступаючої точки щиколотки (В9в)	75,10	0,54	1,70	2,26	75,10	0,54	1,70	2,26

**Результати математично – статичної обробки антропометричних
даних стоп дітей легкоатлетів віком 14 – 16 років**

№	Розмірні ознаки	Хлопчики				Дівчата			
		М	δ	m _м	V	М	δ	m _м	V
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Довжина :									
1	Довжина стопи (Д _{ст})	264,62	7,90	1,18	2,99	246,02	8,98	4,34	3,65
2	До початку відбитку (ОО')	9,00	2,70	0,40	30,00	9,00	2,39	0,30	26,60
3	До самого широкого місця п'ятки (Д1)	42,96	6,33	0,94	14,75	42,04	3,08	0,46	7,33
4	До самого вузького місця в переймах (Д2)	107,98	14,32	2,13	13,26	106,02	7,05	1,05	6,05
5	До зовнішнього пучка (Д3)	164,89	10,86	1,62	6,59	154,89	6,08	0,94	3,93
6	До середини пучків(Д4)	177,02	10,44	1,56	5,90	165,36	6,99	1,04	4,23
7	До внутрішнього пучка (Д5)	189,02	11,01	1,64	5,82	176,47	7,02	1,05	3,98
8	До кінця відбитку п'ятого пальця (Д6)	206,38	12,80	1,91	6,20	193,69	9,53	1,42	4,92
9	До кінця великого пальця (Д7)	235,44	13,06	1,95	5,55	220,47	8,77	1,31	3,98
Висота :									
10	З найвищої точки першого пальця (В1)	19,40	0,38	1,20	6,19	20,89	0,40	1,20	5,73
11	До найвищого внутрішнього пучка (В2)	34,40	1,20	3,80	11,05	31,44	0,45	1,34	4,27
12	До найвищого згину стопи на сухожиллі першого пальця (В3)	69,90	2,07	6,53	9,35	66,00	0,52	1,56	2,37
13	До вигину човноподібної кістки(В4)	26,10	0,61	1,92	7,36	17,78	0,78	2,35	13,20
14	До точки найбільш виступаючої точки п'яtkового заокруглення(В5)	20,96	0,64	2,02	9,68	19,22	0,79	2,55	9,50

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
15	До найбільш глибокої точки п'яткового заокруглення (В6)	64,60	0,35	1,11	1,72	80,11	1,53	1,23	6,50
16	З зовнішньої сторони до найбільш виступаючої точки п'ятки (В7з)	12,40	0,47	1,50	12,07	10,89	0,51	1,52	13,99
17	З внутрішньої сторони до найбільш виступаючої точки п'ятки(В7в)	13,80	0,56	1,78	12,88	10,00	0,27	0,82	8,16
18	З зовнішньої сторони під щиколоткою до найбільш глибокої точки (В8з)	40,10	0,46	1,45	3,61	40,00	0,44	1,33	3,33
19	З внутрішньої сторони під щиколоткою до найбільш глибокої точки (В8в)	42,40	0,55	1,74	4,11	51,89	1,44	4,33	8,35
20	З зовнішньої сторони до найбільш виступаючої точки щиколотки (В9з)	64,90	1,63	5,17	7,96	55,33	0,42	1,25	2,25
21	З внутрішньої сторони до найбільш виступаючої точки щиколотки (В9в)	76,30	1,07	3,38	4,43	73,44	0,42	1,26	1,71

Коефіцієнти кореляційної та регресивної залежності між розмірними ознаками представлені в таблиці 3.

Коефіцієнти кореляційної та регресивної залежності між розмірними ознаками

Розмірні ознаки	Коефіцієнти кореляції r та регресії R з обхватом в пучках							
	Юнаки				Дівчата			
	12 – 14 років		14 – 16 років		12 – 14 років		14 – 16 років	
	r	R	r	R	r	R	r	R
До самого широкого місця п'ятки (Д1)	0,67	0,16	0,34	0,05	0,36	0,09	0,15	0,22
До самого вузького місця в переймах (Д2)	0,34	0,44	0,26	0,20	0,24	0,49	0,05	0,84
До зовнішнього пучка (Д3)	0,91	0,34	0,23	0,10	0,83	0,47	0,44	0,44
До середини пучків (Д4)	0,90	0,47	0,29	0,12	0,86	0,61	0,43	0,51
До внутрішнього пучка (Д5)	0,92	0,54	0,33	0,15	0,83	0,77	0,44	0,64
До кінця відбитку п'ятого пальця (Д6)	0,85	0,75	0,32	0,20	0,60	0,57	0,40	0,84
До кінця великого пальця (Д7)	0,91	0,74	0,28	0,18	0,82	1,14	0,38	0,77

Порівняльна характеристика основного розмірного показника легкоатлетів – довжини стопи – з розмірними характеристиками стоп згідно ГОСТ 11373 «Обувь. Размеры» показало відхилення в дівочій групі в більшу сторону на 4,4 мм, а в хлопчачої групі – на 10 мм, що необхідно врахувати при розробці розмірно-повнотного асортименту взуття для дітей легкоатлетів зазначених вище вікових категорій.

Встановлення закономірностей між різними розмірними ознаками стоп юнаків та дівчат віком 12 – 16 років

Для проектування колодки спортивного взуття за даними обмірів стоп спортсменів та плантограмою стопи, необхідно знати раціональне співвідношення між основними розмірними ознаками стоп та внутрішньою формою взуття. Конструювання колодок для спортивного взуття потребує специфічні умови до вказаних співвідношень. В таких видах спорту, як легка атлетика (біг на короткій дистанції), взуття крім захисту стопи забезпечує найкращі біомеханічні вимоги для її активної роботи під час виконання спортивних рухів.

В той же час значно відрізняється навантаження на стопу та час перебування спортсмена в спортивному взутті. В легкоатлетичному взутті з спеціальними шипами для бігу та стрибків спортсмен знаходиться декілька хвилини, але його стопа отримує при цьому великі навантаження. В інших видах спорту стопа спортсменів перебуває доволі значний час, однак при менших навантаженнях на стопу.

Як відомо, є чотири закони, яким підпорядковуються різні розмірні ознаки стоп:

- розподіл розмірних ознак стоп в однорідному колективі виражається законом нормального розподілу;
- середні значення поперечних розмірів стоп пов'язані їхньою довжиною лінійною залежністю виду $y = kx + b$;
- усі довжинні розміри стоп пропорційні її довжині;
- усі поперечні розміри стоп пов'язані між собою пропорційною залежністю, коли за аргумент приймається не довжина стопи, а один з її основних поперечних розмірів, наприклад, ширина або обхват стопи через головку п'ятої плеснової кістки.

Саме при використанні вище наведених законів було встановлено наступні співвідношення:

- нормального розподілу стоп за довжиною (рис. 4);
- нормального розподілу висоти вигину човноподібної кістки стопи (рис. 5);
- між довжиною стопи з висотою вигину човноподібної кістки (рис. 6);
- між шириною стопи з висотою вигину човноподібної кістки (рис. 7).

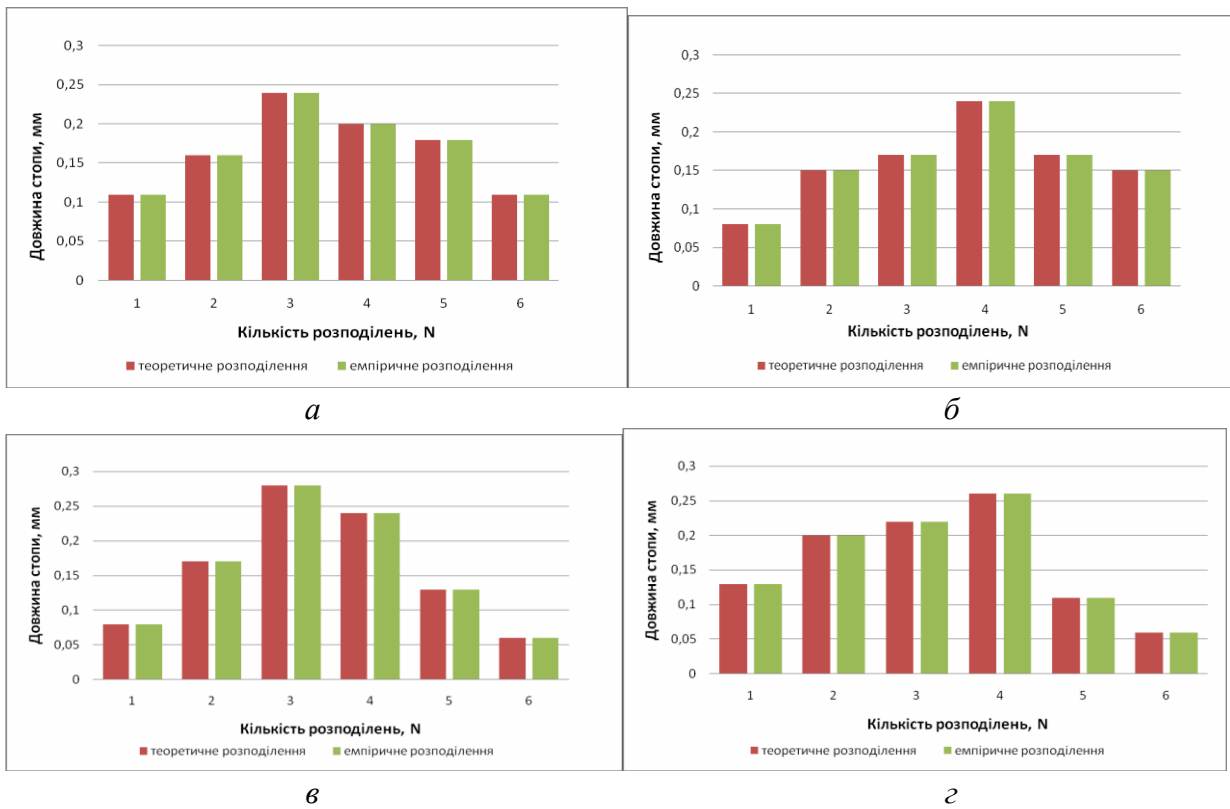


Рис.4. Графіки нормального розподілу стоп по довжині: а) у хлопців 12 – 14 років; б) у хлопців 14 – 16 років; в) у дівчат 12 – 14 років; г) у дівчат 14 – 16 років.

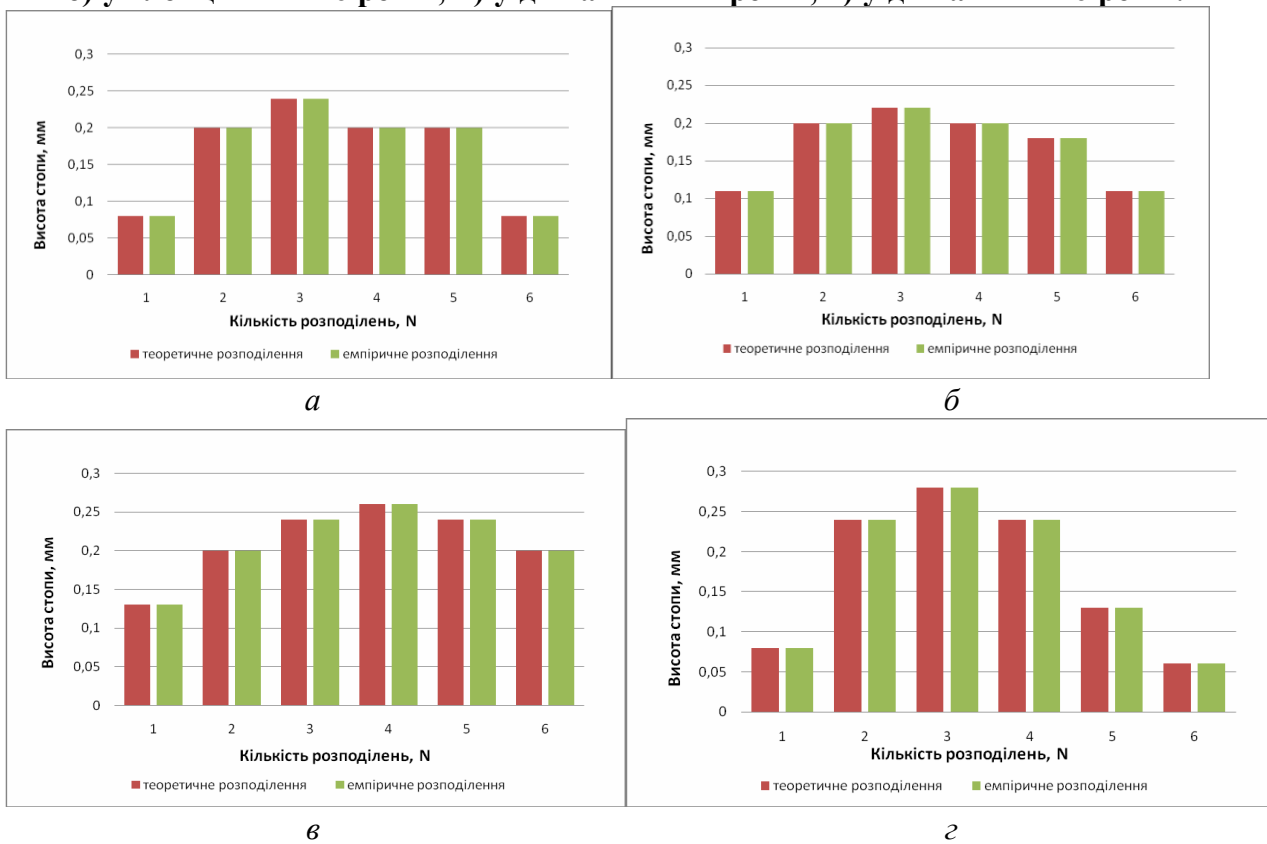


Рис.5. Графіки нормального розподілу висоти вигину човноподібної кістки стопи: а) у хлопців 12 – 14 років; б) у хлопців 14 – 16 років; в) у дівчат 12 – 14 років; г) у дівчат 14 – 16 років.

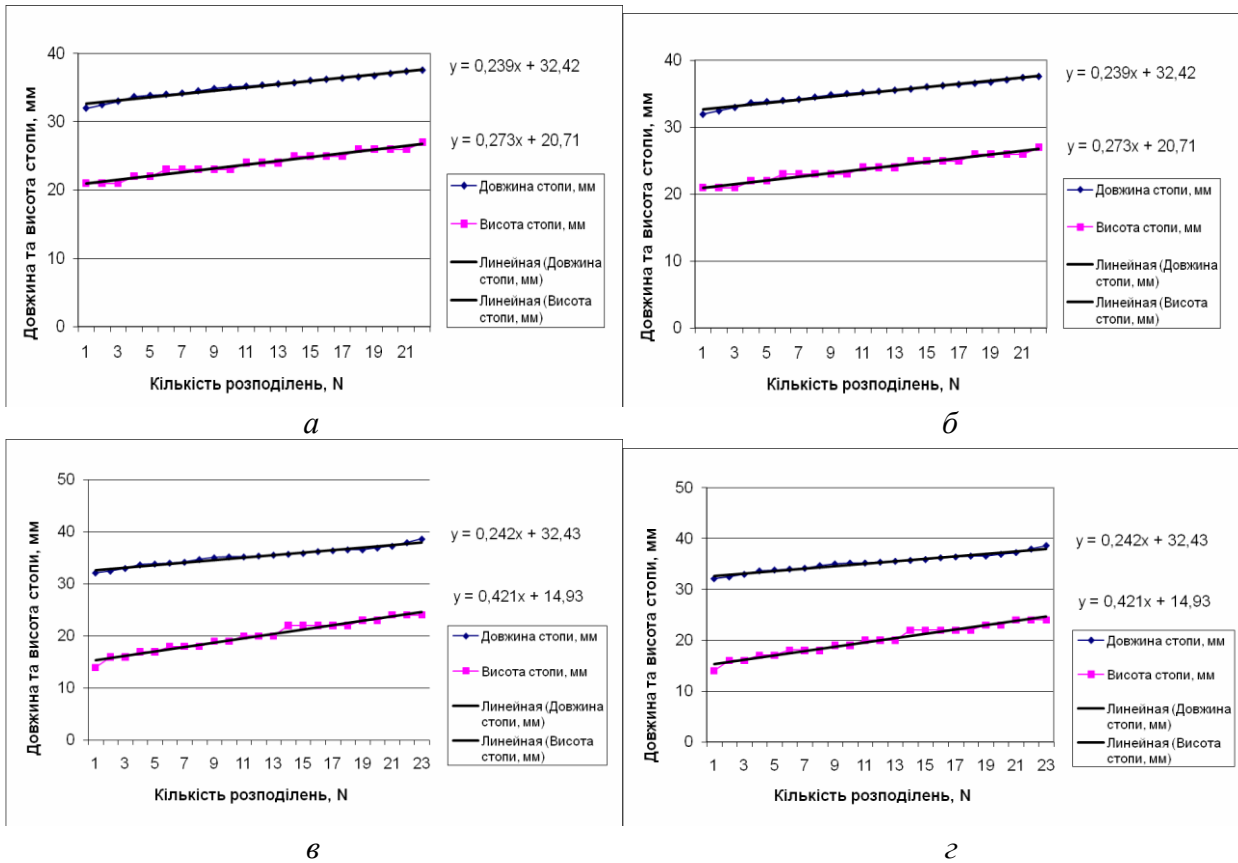
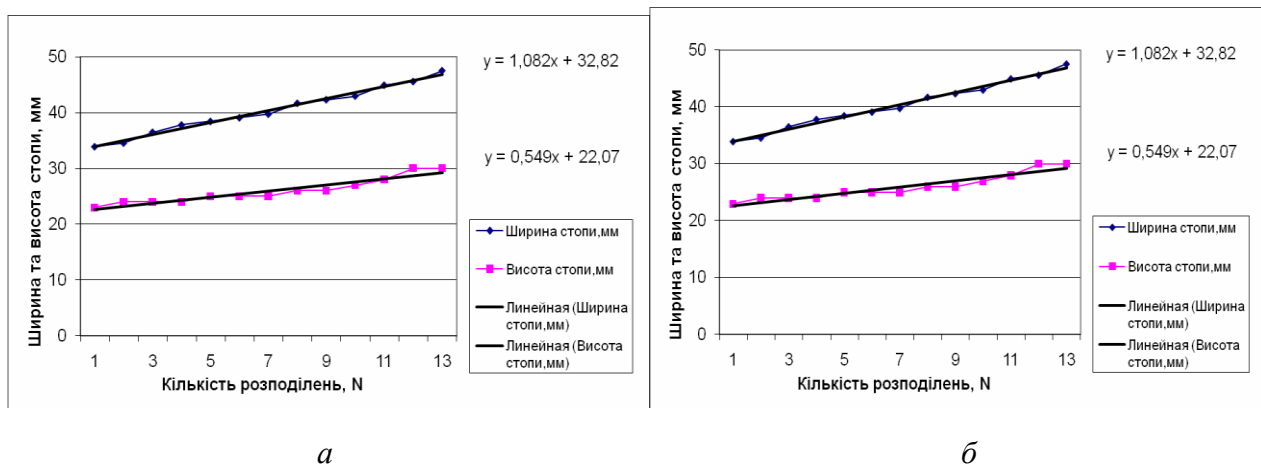
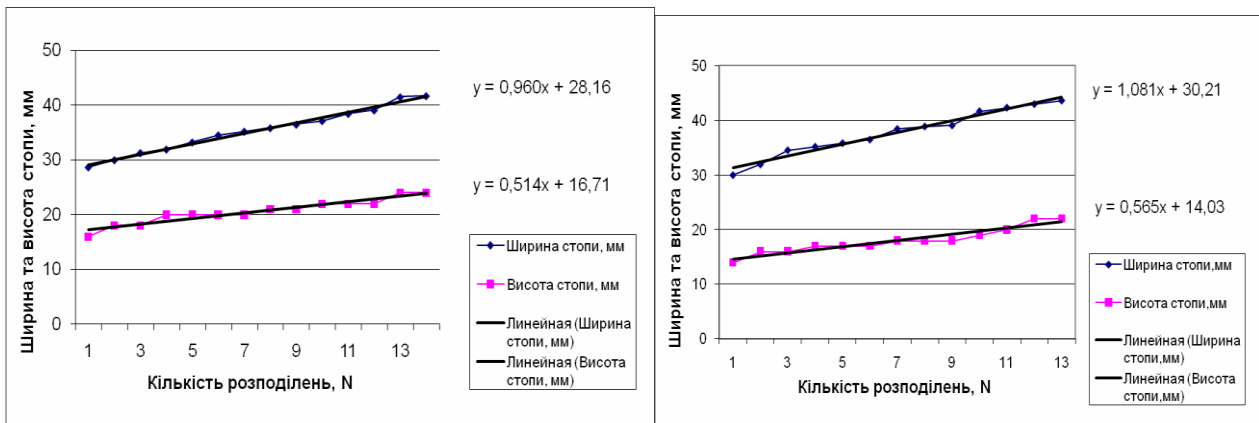


Рис.6. Графіки співвідношення довжини стопи з висотою вигину човноподібної кістки: а) у хлопців 12 – 14 років; б) у хлопців 14 – 16 років; в) у дівчат 12 – 14 років; г) у дівчат 14 – 16 років.





6

2

Рис.7. Графіки співвідношення ширини стопи з висотою вигину човноподібної кістки: а) у хлопців 12 – 14 років; б) у хлопців 14 – 16 років; в) у дівчат 12 – 14 років; г) у дівчат 14 – 16 років.

За наведеними вище графіками можна зробити наступні висновки:

- графіки нормального розподілу стоп по довжині (рис. 4.а,б,в,г) у всіх вікових категоріях свідчать, що емпіричні та теоретичні значення абсолютно ідентичні, тобто однакові. Отже, розподіл розмірних ознак стоп в однорідному колективі виражається законом нормального розподілу та підтверджується практично;
- графіки нормального розподілу стоп по висоті (рис. 5. а,б,в,г) у всіх вікових категоріях аналогічно підпорядковуються закону нормального розподілу, як теоретичні, так і емпіричні значення;
- у випадку співвідношення довжини стопи з висотою вигину човноподібної кістки (рис. 6. а,б,в,г) було виведено середні значення та лінійні залежності виду $y = kx + b$;
- у випадку співвідношення ширини стопи з висотою вигину човноподібної кістки (рис. 7. а,б,в,г), так само як і в попередніх співвідношеннях, було встановлено лінійну залежність між шириною та висотою вигину човноподібної кістки стопи.

В результаті встановлення закономірностей між різними розмірними ознаками стоп легкоатлетів віком 12-16 років, можна підсумувати наступне:

- криві розподілу довжини та висоти стопи досліджуваних груп відповідають закону нормального розподілу;
- доведено лінійну залежність між висотою вигину човноподібної кістки стопи та довжиною і шириною стопи.

В подальших дослідженнях, з метою створення колодок та спеціального легкоатлетичного взуття, необхідно провести порівняння результатів вимірів стоп дітей-легкоатлетів віком 12-16 років із середньотиповими та спроектувати поздовжньо-довжинні перетини та розмірно-повнотний асортимент устілки колодки.

Список використаних джерел

1. Бернштейн Н.А. Биомеханика и физиология движений / Н. А. Бернштейн - М.: Моск. псих.-социал. ин-т, 2004. – 212 с.
2. Половников И.И. Биомеханические особенности проектирования спортивной обуви / И. И. Половников – К.: «Знание», 2000.–144с.
3. Лапутин А.Н. Диагностика морфофункциональных свойств стопы спортсменов / А. Н. Лапутин, В. А. Кашуба, В. В. Гамалий, К. Н. Сергиенко // Наука в олимпийском спорте К.: – 2003. –№1. – С. 67-74.
4. Laputin A. Biomechanics in sport / A. Laputin, V. Bobrovnik, N. Nosko // XVI

International symposium on biomechanics in sport – Germany, Konstanz, July 21-25. – 1998. – Proceedings II. –P. 112–115.

5. Miller D. Microcomputer in Biomechanical Research /D. Miller //International Journal of sport Biomechanics. – 1986. – Vol. 2. –№ 2. – P. 63-65.

6. Практическая биомеханика / [А.Н. Лапутин, В.А. Кашуба и др.]; Под общей ред. А.Н. Лапутина. – К.: Науковий світ, 2000. – 298 с.

7. Петрус Б. Б. Антропометричні дослідження стоп дітей легкоатлетів віком 12-16 років / Б. Б. Петрус, Д. А. Чалих, В. П. Коновал// Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2010. – № 1. – С.131-139.

8. Петрус Б. Б. Обхватові та широтні антропометричні дослідження стоп дітей легкоатлетів віком 12-16 років / Б. Б. Петрус, С. Є. Каменець, В. П. Коновал// Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2011. – № 6. – С. 219-223.

9. Петрус Б. Б. Особливості морфологічних показників стоп легкоатлетів вікової категорії 12-16 років/ Б. Б. Петрус, О. П. Козарь, В. І. Хіміч, Т. Т. Рейс//Вісник Хмельницького національного університету. Серія: Технічні науки. – 2018. – Vol. 257. –№1. – С.180–186.

References

1. Bernshteyn, Nikolay (2004), *Byomekhanika y fyziolohyya dvyzhenyy* [Biomechanics and physiology of movements] Moskva: Moskovskiy psikhologo-sotsial'nyy institut, 212 s.

2. Polovnykov, Ihor (2000), *Byomekhanicheskie osobennosti proektirovaniya sportivnoy obuvi* [Biomechanical features of designing sports shoes] K.: «Znanye», 144 s.

3. Laputyn, Anatoliy, Vitaliy, Kashuba, Vladimir, Hamalyy, Kostyantyn, Serhyenko (2003), *Diahnostika morfofunktsyonal'nykh svoystv stopy sportsmenov* [Diagnosis of the morphofunctional properties of athletes' feet] Nauka v olimpiyskom sporte, K.: №1, 67-74.

4. Laputyn, Anatoliy, Vladimir, Bobrovnik, Nikolay, Nosko (1998), *Biomechanics in sport*. XVI International symposium on biomechanics in sport, Germany, Konstanz, July 21-25.

5. Miller, D. (1986), Microcomputer in Biomechanical Research. *International Journal of sport Biomechanics*, Vol. 2, pp. 63-65.

6. Laputyn, Anatoliy, Vitaliy, Kashuba (2000), *Prakticheskaya byomekhanika* [Practical Biomechanics] Pod obshechey red. A.N.Laputyna. K.: Naukovyy svit, 298 s.

7. Petrus, Boris, Dmitriy, Chalykh, Viktor, Konoval (2010), *Antropometrychni doslidzhennya stop ditey lehkoatletiv vikom 12-16 rokiv* [Anthropometric studies of athletes foot children aged 12-16 years], *Visnyk Kyyivs'koho natsional'noho universytetu tekhnolohiy ta dyzaynu* 1, pp.131-139.

8. Petrus, Boris, Sergey, Kamenets', Viktor, Konoval (2011), *Obkhatovi ta shyrotni antropometrychni doslidzhennya stop ditey lehkoatletiv vikom 12-16 rokiv* [Anthropometric studies on the range and foot width of children athletes aged 12-16 years], *Visnyk Kyyivs'koho natsional'noho universytetu tekhnolohiy ta dyzaynu*. 6, pp. 219-223.

9. Petrus, Boris, Oksana, Kozar', Valentyn, Khimych, Tiberiy Reys (2018), *Osoblyvosti morfolohichnykh pokaznykiv stop lehkoatletiv vikovoyi katehoriyi 12-16 rokiv* [Features of morphological indicators of the stop of long-term categories of 12-16 years], *Visnyk Khmel'nyts'koho natsional'noho universytetu. Seriya: Tekhnichni nauky*, 1 (257), pp.180-186.