

УДК 685.34

**АНТРОПОБІОМЕТРИЧНІ ОБҐРУНТУВАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ
ВНУТРІШНЬОЇ ФОРМИ ТА КОНСТРУКЦІЇ СПЕЦІАЛЬНОГО ДИТЯЧОГО
ВЗУТТЯ ДЛЯ ЗАНЯТЬ СПОРТИВНИМИ ТАНЦЯМИ**

О.А. МИХАЙЛОВСЬКА, А.Б. ДОМБРОВСЬКИЙ, В.П. ЛИБА

Хмельницький національний університет

Проведено аналіз антропометричних параметрів стоп дівчат, які займаються спортивними танцями з метою створення раціональної внутрішньої форми та конструкції спеціального дитячого взуття для занять спортивними танцями

Основна функція спортивного взуття полягає у забезпеченні можливостей досягнення високих результатів. Це можливо за умови високої якості спортивного взуття, яка визначається поєднанням показників функціональності, ергономічності, гігієнічності та естетичності.

Для дитячого спортивного взуття найактуальнішими є показники ергономічності, що характеризують систему дитяча стопа – спортивне взуття, з метою збереження природної анатомо-морфологічної будови стопи і її правильного функціонування і розвитку. Спортивне взуття не повинно стискати стопу, порушуючи крово- та лімфоповнення, викликаючи патологічні відхилення. Такі показники якості спортивного взуття можна забезпечити, використовуючи результати комплексних наукових досліджень форми та розмірів стоп дітей-спортсменів, з урахуванням анатомії, фізіології та біомеханіки їхніх стоп.

Постановка завдання

Розвиток сучасних технологій призвів до використання у пристроях для обміру стопи мікроЕОМ, лазера, засобів телевізійної автоматики. В основному, отримання інформації про стопу таким шляхом здійснюється для безконтактного обміру. Це дає змогу відповідним пристроям забезпечувати високу точність, зручність, швидкість вимірювання.

У праці [1] запропоновано метод автоматизованого безконтактного обміру стопи з використанням ЕОМ та цифрового телебачення.

Розробка базового і прикладного блоків, які призначені для обробки даних обміру, включає в себе алгоритми обробки зображення, бінаризацію, виділення і ідентифікацію зображень сліду, променів на поверхні стопи, розрахунок координат і формування каркасу, математичного опису поверхні стопи, а також спеціальний алгоритм для розрахунку вихідних параметрів (наприклад, мірки стопи).

Автоматизований метод забезпечує отримання лінійних та обхватних розмірів шляхом розрахунку по масиву координат X , Y , Z поверхні стопи, а використання лінійної інтерполяції забезпечує мінімальний час розрахунку результату.

У цьому методі запропоновано новий спосіб математичного опису поверхні складної форми, на основі якого поверхня складної форми представлена у вигляді ділянок, які обмежені сегментами кубічних кривих. Вони задані у векторній параметричній формі. Ці криві належать каркасу перерізів колодки, а точки перетину утворюють вузли складних кривих.

Таким чином, поверхня повністю визначається набором векторів вузлових точок і відповідних похідних, варіації яких пов'язані умовою узгодження плавності поверхні.

У праці [2] запропоновано удосконалення плантографічного методу за допомогою отримання усередненої лінії відбитка і габаритного контуру плантограми, що відображає форму умовної середньої стопи і представити ці дані у виді цифрової або аналітичної моделі геометричного образу плантограми.

Метод дає можливість за допомогою визначення вузлів інтерполяції та введення необхідних значень функцій в ЕОМ розрахувати контур по поліному і отримати контур сліду колодки.

У роботі [3] запропоновано новий безконтактний метод удосконалення способу обробки плантограм стоп із застосуванням комп'ютерних систем.

Цей метод дає можливість усунути ряд недоліків існуючих способів обміру стопи, зокрема довготривалість і складність обробки отриманої інформації, як для побудови колодки, так і основних деталей взуття.

Розглянутий метод обміру сліду стопи при опорі на поверхню дає можливість створювати банк даних плантограм стоп населення у різних регіонах країни і застосовувати їх як для індивідуального проектування і виготовлення взуття, так і в статистичних дослідженнях для коректування основних розмірних ознак стоп і колодок, що дасть можливість підвищити комфортність взуття при масовому виготовленні. Крім того, метод дозволяє виявити на ранній стадії розвиток у людини патологічних відхилень стоп і вжити заходів щодо їх усунення.

Усі розглянуті вище методи не мають повноти інформації про стопу.

З метою створення раціональної внутрішньої форми та конструкції дитячого спеціального взуття для занять спортивними танцями необхідно отримати достовірну антропоміетричну інформацію про стопи дівчат, які займаються спортивними танцями, та порівняти отримані дані з даними про стопи дітей-неспортсменів.

Об'єкти та методи дослідження

З метою отримання достовірної антропоміетричної інформації було визначено програму та методику проведення досліджень.

Програма антропометричних досліджень включала такі завдання:

1. Отримання банку антропоміетричних даних про стопи дівчат-танцюристок.
2. Отримання морфологічної характеристики стоп дітей-танцюристів.

Методика досліджень. Отримання антропоміетричної інформації складалося з двох етапів.

Перший етап передбачав обмір стоп дітей, які займаються спортивними танцями, та обмір стоп дітей, які не займаються спортивними танцями (контрольна група). На цьому етапі проводилися вибіркові дослідження значної кількості стоп за відносно невеликою кількістю розмірних ознак.

Другий етап полягав в статистичній обробці антропоміетричних ознак обміряних стоп та визначенні параметрів умовно середньої стопи для даної групи дітей; виділенні колективу дітей, які займаються спортивними танцями, стопи яких за розмірами близькі до умовно середніх; проведення детального обстеження стоп дітей, які займаються спортивними танцями. За всіма параметрами вибираються 10–12 дітей, розміри стоп яких близькі до параметрів умовно середньої стопи. Критерієм відповідності вибраних стоп умовно середній стопі служить відносна величина відхилення отриманих в результаті обмірів параметрів від середньо-вбіркового значень тих самих параметрів. Відносна величина

відхилення не повинна перевищувати 2%, оскільки у цьому випадку сумарна похибка (випадкова та систематична) вимірювання і порівняння вибраних стоп з умовно середньою стопою буде знаходитися у межах 5% [4].

Обміру підлягали стопи дітей віком 10–12 років. Вибір вікової категорії (групи) зумовлений тим, що практично до цього віку діти-танцюристи займаються спортивними танцями вже протягом трьох–чотирьох років, що дає можливість виділяти їх в окрему групу спортсменів і досліджувати морфологічні особливості стоп.

Після 9 років починають проявлятися статеві відмінності в процесах росту і формування дівчат та хлопчиків [5]. Тому доцільно для антропометричних досліджень сформувати окремі групи за статевою ознакою.

З метою визначення морфологічних особливостей стоп дітей-танцюристів даної вікової категорії виникає необхідність формування контрольних груп дітей, які не займаються спортом, з урахуванням статево-вікової ознаки.

Поставлене вище завдання антропометричних досліджень передбачає дослідження не усєї сукупності розподілу, а лише її частини. Обсяг мінімального неповторного вибору було розраховано згідно законів математичної статистики і склав 217 чоловік.

Для одержання антропометричної інформації про стопи дівчат-танцюристів було застосовано безконтактний метод – метод цифрової відеозйомки. Обмір стоп проводився в такій послідовності:

- підготовка об'єкту досліджень (стоп) до відеозйомки;
- відеозйомка габаритної горизонтальної проекції та відбитка стоп;
- відеозйомка фронтальної та профільної проекцій стоп та обробка результатів;
- отримання розмірних ознак стопи за відеозображеннями;
- запис отриманих даних у банк антропометричних даних.

Методика проведення відеозйомки включає у себе цілу низку підготовчих операцій необхідних складових: об'єкту досліджень (стопи дітей); приладів (цифрова відеокамера) та пристосувань для здійснення фіксації форморозмірів стоп.

Підготовка об'єкта досліджень, тобто стопи, полягає у нанесенні поміток у відповідності з її функціями та анатомічною будовою. Помітки наносились на обидві кінцівки у таких зонах: найбільш випукла точка п'яtkової частини, найбільш виступаюча точка першого (другого) пальця (по довжині); найбільш виступаюча точка першого пальця (по висоті), точка кінця мізинця, точка внутрішнього пучка, точка зовнішнього пучка, точка середини стопи, точка згину стопи та протилежна їй найбільш виступаюча точка п'ятки. Через точки внутрішнього пучка, зовнішнього пучка, точку згину стопи і п'ятки, точку середини стопи умовно, за допомогою міток-маркерів, наносились відповідні перерізи стопи.

Необхідними умовами отримання якісного відео матеріалу є: знаходження об'єкта досліджень в фокусі об'єктива з метою забезпечення максимальної чіткості картинки [6]; достатня рівномірна освітленість, якої досягають використанням потужних освітлювачів, що мають забезпечувати достатню короткочасність експонування відеокадру; напрямок зйомки повинен бути чітко перпендикулярним площині, у якій розташований досліджуваний об'єкт; наявність у відеокадрі елементів масштабування,

розміри яких заздалегідь відомі (в даному випадку – це сантиметрова сітка, нанесена на систему трьох взаємно перпендикулярних скляних площин).

Отримання реальних форморозмірів поясу нижніх кінцівок з відеофайлу, здійснювався з дотриманням принципів масштабування та коректування відеозображень з урахуванням повної похибки досліду.

Результати антропометричних досліджень наведено у табл. 1.

Для отриманих антропометричних ознак було проведено перевірку гіпотези нормального розподілу розмірних ознак стоп дівчат-танцюристок. За результатами перевірки можна зробити висновок, що розподіли частот довжинних, широтних, обхватних та висотних параметрів стоп дівчат-танцюристок підлягають закону нормального розподілу. значення критерію відповідності χ^2 не перевищує першого рівня значущості, що складає $P_{0,05} = 12,6$.

Після встановлення закону розподілу визначались залежності між окремими розмірними ознаками. Результати розрахунків наведені у табл. 2.

Усі розрахунки зі статистичної обробки антропометричних даних здійснювались на ПЕОМ за допомогою програми Excel.

Таблиця 1. Усереднені антропометричні параметри стоп дівчат-танцюристок

Основні параметри	Характеристики генеральної сукупності розподілу стоп		
	$M_x \pm E_{M_x}$, мм	$\sigma_x \pm E_{\sigma}$, мм	V , %
$D_{ст}$ – довжина стопи	233,84±0,74	10,85±0,52	4,64
$D_{п'яти}$ – довжина до центра п'ятки	43,32±0,51	2,75±0,13	6,35
$D_{зовн.пуч.}$ – довжина до зовнішнього плесно-фалангового зчленування	147,58±0,54	7,98±0,38	5,4
$D_{внутр.пуч.}$ – довжина до внутрішнього плесно-фалангового зчленування	170,21±0,61	8,9±0,43	5,23
$D_{5-го п.}$ – довжина до кінця відбитка п'ятого пальця	185,32±0,78	11,43±0,55	6,17
$D_{1-го п.}$ – довжина до середини відбитка першого пальця	210±0,72	10,6±0,51	5,1
$Ш_{п.к.}$ – по контуру	59,16±0,22	3,23±0,16	5,46
$Ш_{п.в.}$ – по відбитку	44,84±0,2	2,93±0,14	6,52

Продовження таблиці 1			
Ш _{з.п.к.} – по контуру	83,84±0,4	5,9±0,28	7,04
Ш _{з.п.в.} – по відбитку	60,1±0,36	5,24±0,25	8,72
Ш _{в.п.к.} – по контуру	86,42±0,29	4,33±0,21	5,01
Ш _{в.п.в.} – по відбитку	69,47±0,22	3,2±0,15	4,61
О _{з.п.} - по зовнішньому плесно-фаланговому зчленуванню	206,11±0,58	8,47±0,41	4,11
О _{в.п.} - по внутрішньому плесно-фаланговому зчленуванню	205,74±0,56	8,45±0,4	4,13
О _{с.с.} – по середині стопи	214,58±0,57	8,41±0,4	3,92
О _{згин/п'ятка} – через згин стопи і п'ятку	296,37±0,7	10,32±0,5	3,48
В _{1-го п.} – висота першого пальця	20,2±0,15	2,21±0,11	10,94
В _{г. 1-ої пл.к.} – висота по головці першої плеснової кістки	32,4±0,23	3,4±0,16	10,49
В _{зг} – висота до точки згину стопи	65,3±0,43	6,35±0,31	9,72
В _{склеп} – висота внутрішнього поздовжнього склепіння	44,1±0,39	5,75±0,28	13,05
α ₁ – кут відхилення першого пальця	9,47±0,32	4,73±0,23	50
α ₅ – кут відхилення п'ятого пальця	10,47±0,28	4,11±0,2	39,2

Таблиця 2. Параметри кореляційних залежностей між розмірними ознаками стоп

Розмірні ознаки стоп	Коефіцієнт кореляції		Коефіцієнт прямої регресії		Коефіцієнт оберненої регресії	
	З довжиною стопи	З обхватом в пучках	З довжиною стопи	З обхватом в пучках	З довжиною стопи	З обхватом в пучках
	$r_{y/x}$	$r_{y/x}$	Rx/y	Rx/y	Ry/x	Ry/x
Д _{ст} – довжина стопи	-	0,758	-	0,569	-	1,01
Д _{п'яти} – довжина до центра п'ятки	0,854	0,608	3,659	0,196	0,199	1,882

Продовження таблиці 2						
Д _{зовн.пуч.} – довжина до зовнішнього плесно-фалангового зчленування	0,885	0,638	1,3	0,601	0,602	0,677
Д _{внутр.пуч.} – довжина до внутрішнього плесно-фалангового зчленування	0,954	0,735	1,256	0,772	0,724	0,699
Д _{5-го п.} – довжина до кінця відбитка п'ятого пальця	0,823	0,473	0,844	0,638	0,802	0,351
Д _{1-го п.} – довжина до середини відбитка першого пальця	0,966	0,707	1,068	0,885	0,874	0,564
Ш _{п.к.} – по контуру	0,547	0,474	0,157	0,181	1,908	1,243
Ш _{з.п.к.} – по контуру	0,717	0,894	0,375	0,624	1,369	1,282
Ш _{в.п.к.} – по контуру	0,750	0,868	0,288	0,444	1,953	1,697
О _{з.п.} – по зовнішньому плесно-фаланговому зчленуванню	0,758	-	0,569	-	1,01	-
О _{с.с.} – по середині стопи	0,645	0,799	0,481	0,793	0,865	0,804
О _{згин/п'ятка} – через згин стопи і п'ятку	0,835	0,747	0,764	0,911	0,912	0,613
В _{г. 1-ої пл.к.} – висота по голові першої плеснової кістки	0,588	0,573	0,143	0,186	2,41	1,765
В _{зг.} – висота до точки згину стопи	0,584	0,336	0,189	0,145	1,8	0,779
В _{склеп} – висота внутрішнього поздовжнього склепіння	0,095	0,204	0,048	0,103	0,186	0,405

Графіки залежностей між розмірними ознаками стоп дівчат-танцюристок приведені на рис. 1 – 3.

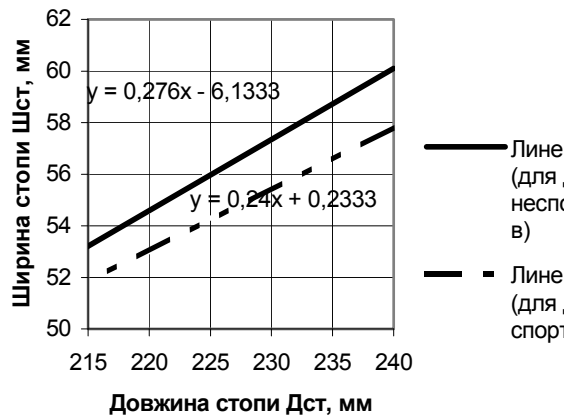


Рис. 1. Регресійна залежність ширини стопи Ш_{0,18} від довжини стопи Д_{ст}

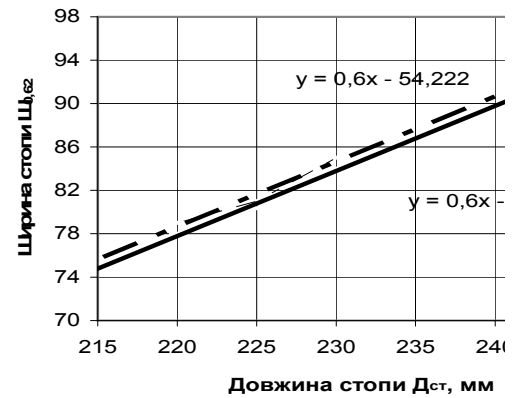


Рис. 2. Регресійна залежність ширини Ш_{0,62} стоп дітей танцюристів по зовнішньому пучку від довжини стопи Д_{ст}

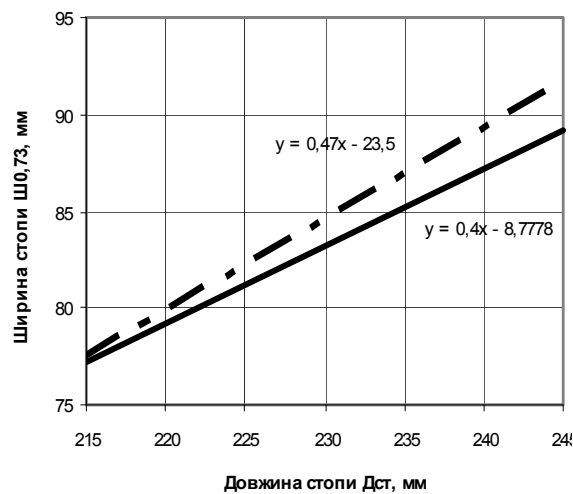


Рис.3. Регресійна залежність ширини Ш_{0,73} стоп по внутрішньому пучку від довжини стопи Д_{ст}

Результати досліджень показали (табл. 2, рис. 1–3), що між розмірними ознаками стоп дівчат-танцюристок спостерігаються лінійні регресійні залежності.

Висновки

1. Результати проведених антропометричних досліджень свідчать про ознаки пристосування дитячих стоп до складних фізичних навантажень.
2. Підтверджено результати попередніх антропометричних досліджень стоп дівчат, які займаються спортивними танцями. Визначено різницю антропометричних параметрів стоп дівчат-спортсменів та дівчат-неспортсменів.
3. Встановлено регресійні залежності між основними розмірними ознаками дівчат-танцюристок. Сформовано базу антропометричних даних про стопи дівчат, які займаються спортивними танцями у виді довжинних, широтних, висотних параметрів характерних анатомічних ділянок. Отримано антропометричну інформацію, яку буде використано при створенні раціональної внутрішньої форми взуття для занять спортивними танцями.

Терміни: спеціальне взуття для спортивних танців, раціональна внутрішня форма, антропометричні дослідження, кореляція, регресія, цифрова відеозйомка.

ЛІТЕРАТУРА

1. Комиссаров А.С. Исследование автоматического метода измерения стопы / Кожевенно-обувная промышленность. – 1992. – №9. – с.32–35.
2. Фукин В.А. Обобщённая плантограмма условной средней стопы / Валентин А Фукин. // Кожевенно-обувная промышленность. – 1975. – №10. – с.48–52.
3. Белгородский В.С., Жихарев А.П., Фукин В.А. Усовершенствования способа измерения плантограмм стоп // Кожевенно-обувная промышленность. – 2002. – № 2. – с. 30–31.
4. Львовский Е.Н. Статистические методы построения эмпирических формул. – М. : Высш. шк., – 1988. – 239 с.
5. Ченцова К.И. Стопа и рациональная обув. – М. : Легкая индустрия, –1967. – 152 с.
6. Лапугіна А.М. Біомеханіка спорту. – К.: Олімпійська література, – 2001.

Надійшла 23.12.2009