

УДК 611.986:796.015
ББК 75.0

Сергій Попель,
Анна Гамарник

**ВЗАЄМВІДНОШЕННЯ ПЛАНТОГРАФІЧНИХ ТА АНТРОПОМЕТРИЧНИХ
ПОКАЗНИКІВ СТУДЕНТІВ 17–19 РОКІВ**

У статті проаналізовано анатомічну будову та функції стопи, визначено фактори, які мають вплив на склепінчастий апарат стопи. Установлено, що морфометричні параметри стопи формують тільки середні й слабкі кореляційні взаємозв'язки різної спрямованості з антропометричними параметрами тіла. Між параметрами і коефіцієнтами стопи простежуються кореляційні зв'язки різної сили прямої й оберненої спрямованості. Результати аналізу середніх даних довжини й висоти внутрішньої частини поздовжнього склепіння стопи в абсолютних числах та індексу склепіння стопи у відсотках указують на існування асиметрії стопи за досліджуваними параметрами. За цими даними можна судити про ступінь і діапазон функціонального запасу міцності суглобово-м'язового компонента стопи й про вплив специфічних і неспецифічних факторів, які сприяють розширенню, фіксації та збереженню цього запасу.

Ключові слова: стопа, антропометричні показники, кореляційний аналіз.

В статье проанализировано анатомическое строение и функции стопы, определено факторы, которые имеют влияние на сводчатый аппарат стопы. Установлено, что морфометрические параметры стопы формируют только средние и слабые корреляционные взаимосвязи разной направленности с антропометрическими параметрами тела. Между параметрами и коэффициентами стопы прослеживаются корреляционные связи разной силы прямой и обратной направленности. Результаты анализа средних данных длины и высоты внутренней части продольного свода стопы в абсолютных числах и индекса свода стопы в процентах указывают на существование асимметрии стопы за исследуемыми параметрами. По этим данным можно судить о степени и диапазоне функционального запаса прочности суставно-связочно-мышечного компонента стопы и о влиянии специфических и неспецифических факторов, которые способствуют расширению, фиксации и сохранению этого запаса.

Ключевые слова: стопа, антропометрические показатели, корреляционный анализ.

An anatomic structure and functions of foot is analysed in the article, certainly factors which have an influence on the vaulted vehicle of foot. It is set that the morphometric parameters of foot form only middle and weak cross-correlation intercommunications of different orientation with the anthropometric parameters of body. Between parameters and coefficients feet are traced cross-correlation copulas of different force of direct and reverse orientation. The results of analysis of middle data of length and height of inside of longitudinal value of foot in absolute numbers and index of vault of foot in percents specify on existence of asymmetry of foot after the probed parameters. From these data it is possible to judge about a degree and range of functional margin of safety of arthral-ligamentary-muscular component of foot and about influence of specific and heterospecific factors, which are instrumental in expansion, fixing and maintainance of this supply.

Key words: foot, anthropometric indexes, cross-correlation analysis.

Постановка проблеми та аналіз результатів останніх досліджень. Відомо, що стопа є унікальним органом людського тіла, а особливості її будови пов'язані з ортоградною позою при пересуванні в просторі, що зумовлює специфічні вимоги до власного склепінчастого апарату. Він має свої анатоμο-фізіологічні та біомеханічні особливості, які визначають його індивідуальні властивості [1; 3; 9]. Стан склепінчастого апарату стопи залежить від спадкових чинників, віку, статі, маси тіла, професійної діяльності, характеру та інтенсивності занять спортом [2]. Ці фактори визначають, в основному, ступінь і діапазон функціонального запасу міцності суглобово-м'язового компонента стопи, яка залежить від ряду специфічних і неспецифічних факторів, серед яких чинне місце належить антропометричним особливостям організму людини [4; 5]. Відомо, що порушення пропорційності тіла людини

сприяє зниженню ресорних властивостей склепіння стопи, що може призвести до травматизації опорно-рухового апарату або розвитку різного ступеня плоскостопості [6; 7; 8]. Надзвичайна складність анатомічної будови стопи людини в поєднанні з різноманітністю виконуваних функцій робить її важкодоступною для пізнання біомеханічних властивостей зважаючи на будову організму в цілому [1; 2; 7]. Тому актуальність розробки методики оцінки стану склепінчастого апарату стопи у зв'язку з антропометричними показниками важко переоцінити.

Мета роботи. Виявити залежність кількісних параметрів склепінчастого апарату стопи з антропометричними показниками студентів 17–19 років.

Об'єкт і методи дослідження. Морфометрія тіла з детальним вивченням параметрів стопи й вільних нижніх кінцівок проведена у 267 студентів 17–19 років Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Вивчення морфометричних характеристик стопи проводилося із застосуванням плантографічного методу за І.А.Мартиросовим (1975) у модифікації Чижина–Штритера (1991). За цю методикою на плантограму наносили основні й додаткові лінії та точки як показано на рис. 1.

За результатами замірів визначали висоту поздовжнього склепіння стопи за формулою Штритера: $I = \frac{ГД \times 100}{ВД}$, де ГД – горизонтальна довжина; ВД – вертикальна довжина. Оцінка значень індексу Штритера проводилася за такою шкалою: “0–36%” – високе склепіння; “36,1–43%” – підвищене склепіння; “43,1–50%” – нормальне склепіння; “50,1–60%” – сплющене склепіння; “60,1–70%” – плоскостопість.

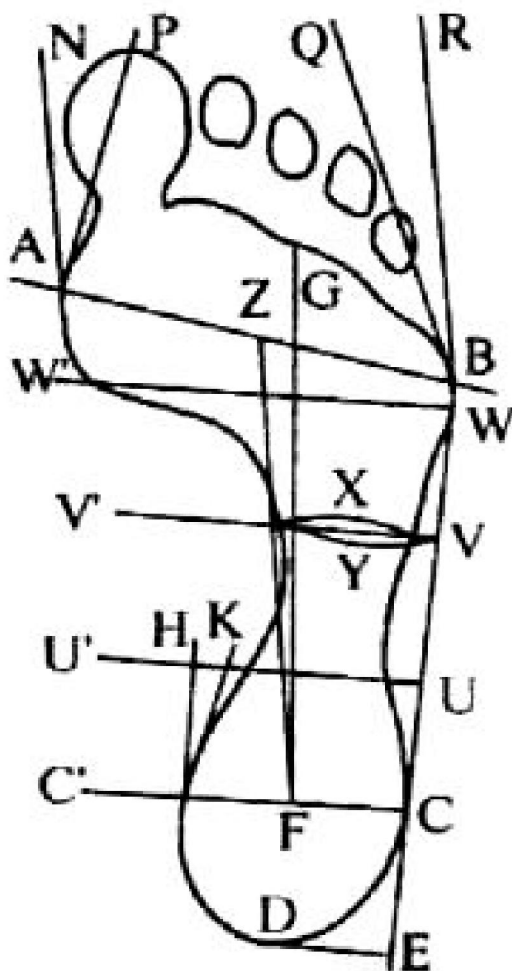


Рис. 1. Схема основних і додаткових ліній, нанесених на плантограму

Про стан поперечного склепіння судили за величиною індексу Чижина, який визначали за формулою: $I = \frac{\text{ширина зафарбованої частини}}{\text{ширина незафарбованої частини}}$. Оцінка значень індексу Чижина проводилася за такою шкалою: “0–1” – стопа в нормі; “1,1–2” – сплющена стопа; “вищий за 2” – плоскостопість.

За отриманими даними вираховували загальний індекс стопи Фрідлянда за формулою: $I = \frac{h}{l} \times 100$, де I – загальний індекс стопи; h – висота підйому стопи (у см); l – довжина стопи (у см). Оцінка значень індексу Фрідлянда проводилася за такою шкалою: “вищий за 33%” – дуже високе склепіння; “33–31%” – помірно високе склепіння; “31–29%” – нормальне склепіння; “29–27%” – помірна плоскостопість; “27–25%” – плоска стопа; “нижчий за 25%” – різка плоскостопість. За цим індексом нормальна висота дорівнює 5–7 см.

Порівнюючи різні індекси, ми робили висновок про тип стопи: склепінчаста, нормальна, плоска.

Результати дослідження. Результати нашого дослідження дозволили встановити ступінь розвитку поздовжнього й поперечного склепіння стопи як критерій оцінки амортизаційно-ресорної та опорної здатності стопи в нормі. Середні значення вимірюваних нами розмірів стопи подані в табл. 1.

Таблиця 1

Основні параметри склепінчастого апарату стопи студентів 17–19 років (n=267)

Показник	Права стопа	Ліва стопа
довжина стопи	26,2±1,2	26,3±1,4
ширина стопи	10,1±0,8	10,0±0,7
висота підйому стопи	5,5±0,4	5,5±0,4
висота медіальної частини поздовжнього склепіння стопи	6,0±0,5	6,0±0,6
індекс Фрідлянда	30,0±1,4	30,0±1,5
індекс Чижина	0,87±0,01	0,89±0,01
індекс Штритера	44,7±1,7	44,7±1,6

Аналізуючи плантограми, ми встановили, що при середньому розмірі стопи 26,2±1,3 см поздовжній розмір відстані “Z–F” складав у середньому 12,6±0,8 см ($P < 0,01$); відстані “F–D” у середньому 16,5±1,2 см ($P < 0,05$); відстані “S–G” у середньому 26,1±2,2 см ($P < 0,01$), що було зумовлено неоднаковою довжиною й розміром першого та другого пальців стопи. Поздовжній розмір дистанції “E–B”, який характеризує довжину бокового (зовнішнього) краю стопи, складав у середньому 14,6±1,1 см ($P < 0,02$). При цьому на прямій “E–B” дистанція максимальної вираженості зовнішньої випуклості бокового краю стопи “C–W” складає в середньому тільки 11,2±1,4 см. Для оцінки поздовжньої склепінчастості стопи немаловажне значення мають так звані “внутрішні” поздовжні розміри. Нами встановлено, що дистанція “K–V₁” складає в середньому 6,8±0,9 см, а кут при вершині PCU₁ становить 3–4°. Індекс Чижина для оцінки поздовжнього склепіння визначали як співвідношення відрізків “F–D” до відрізка “U–P” (умовно позначений як “У”). Було встановлено, що в студентів 17–19 років він становить у середньому від 1,88. Індекс Штритера для оцінки поздовжнього склепіння визначали як співвідношення відрізків “A–B” до відрізка “U–P₁” (умовно позначений нами як “X”). У студентів він становив у середньому від 4,47±0,18.

Для характеристики переднього відділу стопи, який відповідає подушкоподібному підвищенню пальців стопи, і ступеня розсування пальців при постановці стопи ми вимірювали кути “SAN” і “RBM”, які склали відповідно $7-15^\circ$ і $4,2-5,5^\circ$. Залежно від того, який палець стопи більше розвинутий, кут “SAN” може значно коливатися, що, у свою чергу, буде суттєво впливати на вираженість горизонтальної складової динамографічної кривої.

Для оцінки поперечного склепіння стопи існує ряд розпізнавальних пунктів, які враховуються при аналізі плантограми. Найбільш важливими, на нашу думку, є такі розміри поперечного склепіння стопи: дистанція “A-B” – у середньому становить $11,5 \pm 1,2$ см; дистанція “W-W₁” – у середньому становить від $8,6 \pm 0,9$ см; дистанція “C-C₁” – у середньому $5,1 \pm 0,3$ см. Для обчислення індексу поперечного склепіння вимірювали дистанції “U-P” і “U-P₁”, які склали в середньому відповідно $4,2 \pm 0,3$ см і $4,7 \pm 0,3$ см. Умовно першу дистанцію позначали як “Y”, а другу як “X”. Співвідношення між цими відрізками складало в середньому $0,85 \pm 0,1$, що відповідає нормальному стану поперечного склепіння за Фрідляндом. Співвідношення між відрізками “A-Z” і “Z-B” та відрізками “C’-F”, “F-C” становить як 1:1,1. Це, у свою чергу, свідчить про те, що стопа в неспортсменів при постановці на тверду основу знаходиться в слабосупінованому положенні.

Цікавими виявилися дані про стан основних розмірів стопи при навантаженні на тіло студентів динамічного й статичного характеру. У результаті такого “обтяжування” були отримані статистично достовірні цифрові дані, які свідчать про стан пружно-еластичних властивостей зв’язково-м’язового апарату стопи. У табл. 2 наведені абсолютні числові дані про основні розміри як поздовжнього, так і поперечного склепіння стопи.

Таблиця 2

Антропометричні показники поперечного й поздовжнього склепіння стопи у студентів 17–19 років при різних видах навантаження (n=57)

Основні параметри Розміри	Права стопа		Ліва стопа	
	статичне навантаження	динамічне навантаження	статичне навантаження	динамічне навантаження
GS	$26,6 \pm 1,1$	$26,7 \pm 1,2$	$27,1 \pm 1,1^{**}$	$27,2 \pm 1,2^*$
FZ	$12,7 \pm 0,9$	$12,9 \pm 0,8$	$13,0 \pm 0,7$	$13,2 \pm 0,7$
FD	$16,8 \pm 0,8$	$16,9 \pm 0,7$	$17,2 \pm 0,9$	$17,3 \pm 1,1^*$
\angle “SAN”	$9,0 \pm 0,5$	$9,1 \pm 0,5^{**}$	$9,6 \pm 0,7$	$9,6 \pm 0,6$
\angle “RBM”	$4,3 \pm 0,2$	$4,4 \pm 0,2$	$4,3 \pm 0,2$	$4,4 \pm 0,7$
\angle “PC’U ₁ ”	$4,0 \pm 0,2$	$4,0 \pm 0,2$	$4,0 \pm 0,1$	$4,0 \pm 0,5$
AB	$11,5 \pm 0,6$	$11,5 \pm 0,5$	$11,8 \pm 0,8$	$11,8 \pm 0,8$
WW ₁	$8,6 \pm 0,5$	$8,6 \pm 0,3$	$8,6 \pm 0,7$	$8,6 \pm 0,6$
UP	$4,3 \pm 0,2$	$4,4 \pm 0,2^*$	$4,2 \pm 0,2$	$4,3 \pm 0,3$
UP ₁	$4,8 \pm 0,3$	$4,8 \pm 0,1$	$4,8 \pm 0,2$	$4,8 \pm 0,3$
CC’	$4,9 \pm 0,3$	$4,9 \pm 0,2$	$5,0 \pm 0,3$	$5,0 \pm 0,4$

Примітка: * – $P < 0,05$; ** – $P < 0,02$.

Як бачимо, при динамічному навантаженні проходить перебудова в основному поздовжнього склепіння стопи й такий вид навантаження в незначній мірі торкається-

ся її поперечних розмірів. При цьому індекс Фрідлянда змінюється в незначній мірі, а значення індексу Чижина досягають відмітки 0,91–1,1. При статичних навантаженнях зміни стосуються як поздовжнього, так і поперечного склепіння.

Це знаходить своє відображення в зміні співвідношення між показниками індексів Фрідлянда й Штритера. Так, якщо без обтяження їх співвідношення оцінювались як 1:1,2, то після навантаження 50-кілограмовою штангою це співвідношення статистично достовірно збільшувалося вже до 1:1,4 ($P < 0,02$).

Таким чином, отримані кількісні дані основних розмірів стопи студентів свідчать про достатній розвиток як поперечного, так і поздовжнього склепіння стопи, який має потужні функціональні пружно-еластичні можливості, що можуть служити вихідними (контрольними) даними для подальшого аналізу склепінчастого апарату стопи у взаємозв'язку з іншими антропометричними показниками.

У результаті проведення кореляційного аналізу встановлено, що довжина стопи пов'язана середніми щодо сили кореляційними зв'язками з довжиною тіла ($r=0,4$), масою тіла ($r=0,62$), довжиною нижньої кінцівки ($r=0,55$) і стегна ($r=0,65$), обхватом над кісточками ($r=0,7$), окружністю грудної клітки ($r=0,65$), площею тіла ($r=0,75$). Цей параметр має обернений сильний кореляційний зв'язок із шириною стопи ($r=-0,75$) і середньої величини – з таранно-опорним кутом ($r=-0,5$).

Показник ширини стопи не має сильних кореляційних зв'язків з антропометричними параметрами. Середній за силою зв'язок характерний для росту сидячи ($r=0,48$), маси тіла ($r=0,58$), довжини нижньої кінцівки ($r=0,57$), обхвату над кісточками ($r=0,52$), окружністю грудної клітки ($r=0,7$), шкірно-жирових складок у різних точках вимірювання ($r=0,4-0,56$), жирового ($r=0,42$) і кісткового ($r=0,47$) компонентів, індексів Рорера й Кетле ($r=0,5$). Зазначений розмір стопи пов'язаний сильним позитивним кореляційним зв'язком ($r=0,87$) тільки з довжиною стопи. Середній щодо сили позитивний зв'язок характерний для коефіцієнта розпластування переднього відділу стопи ($r=0,44$), а середній обернений зв'язок – для висоти таранної кістки ($r=-0,34$) і таранно-опорного кута ($r=-0,4$).

Кут Фіка взаємозв'язаний середніми за силою кореляційними зв'язками з масою тіла ($r=0,42$), обхватами плеча ($r=0,37$), передпліччя ($r=0,4$), зап'ястя ($r=0,42$) і стегна ($r=0,47$), окружністю грудної клітки ($r=0,49$). Між зазначених параметром і коефіцієнтом переднього відділу стопи, показником кута біля човноподібної кістки утворюються середні прямі кореляційні зв'язки ($r=0,45$ і $r=0,49$), а з кутом біля кісточки – обернено пропорційний кореляційний зв'язок ($r=-0,38$).

Для коефіцієнта переднього відділу стопи характерні середні за силою кореляційні зв'язки з довжиною нижньої кінцівки ($r=0,41$), стегна ($r=0,35$) і з кутом Фіка ($r=0,45$). Обернено пропорційний середній кореляційний зв'язок виявлений з довжиною тулуба ($r=-0,59$) і коефіцієнтом поздовжнього сплюснення стопи ($r=-0,52$).

Коефіцієнт розпластування переднього відділу стопи утворює тільки середні за силою кореляційні зв'язки прямої й оберненої спрямованості з показниками довжини тіла стоячи ($r=-0,37$), довжини тіла сидячи ($r=-0,65$), довжиною тулуба ($r=-0,6$), шириною стопи ($r=0,4$), кутом суглоба Шопарова ($r=-0,57$) і кутом відхилення I пальця ($r=0,44$).

Коефіцієнт поздовжнього сплюснення пов'язаний середніми прямими кореляційними зв'язками з масою тіла ($r=0,45$), обхватами плеча ($r=0,4$), передпліччя ($r=0,42$), зап'ястя ($r=0,53$), стегна ($r=0,58$), гомілки ($r=0,55$), над кісточками ($r=0,57$) і з кутом суглоба Шопарова ($r=0,48$). Обернений за силою кореляційний зв'язок формується з коефіцієнтом переднього відділу стопи ($r=-0,52$) і кутом відхилення I пальця ($r=0,44$).

Кут суглоба Шопарова має значного кореляційного зв'язку з основними антропометричними параметрами тіла, але формує різні за силою й напрямком зв'язки з параметрами стопи. Сильний обернений кореляційний зв'язок характерний для висоти внутрішньої арки поздовжнього склепіння стопи ($r=-0,96$). Середні за силою прямі й обернені зв'язки виявлені з коефіцієнтом розпластування переднього відділу стопи ($r=-0,57$), коефіцієнтом поздовжнього сплюснення ($r=0,48$), кутом відхилення I пальця ($r=-0,47$), кутом позиційної установки п'яtkової кістки ($r=-0,34$), кутами біля кісточки ($r=0,54$), п'яtkової ($r=-0,54$) і човноподібної ($r=0,67$) кісток.

Кут відхилення I пальця пов'язаний середніми за силою кореляційними зв'язками прямої й оберненої спрямованості з довжиною тіла ($r=-0,43$), довжиною тулуба ($r=0,39$), коефіцієнтом поперечного ($r=0,44$) і поздовжнього ($r=-0,36$) склепіння, кутами Шопарова ($r=-0,47$) і таранно-опорного ($r=0,42$) суглобів, біля кісточки ($r=-0,37$) і човноподібної кістки ($r=-0,67$).

Кут позиційної установки п'яtkової кістки утворює сильний позитивний кореляційний зв'язок тільки з висотою таранної кістки ($r=0,85$). Середні за силою позитивні зв'язки виявлені з таранно-опорним кутом ($r=0,42$), масою тіла ($r=0,37$), довжиною тулуба ($r=0,52$), окружністю грудної клітки ($r=0,48$), шкірно-жировими складками в різних точках вимірювання ($r=0,48-0,64$), жировим ($r=0,49$) і кістковим ($r=0,5$) компонентами. Середні негативні зв'язки спостерігаються з коефіцієнтом поздовжнього розпластування ($r=-0,36$), кутами суглоба Шопарова ($r=-0,34$) і біля човноподібної кістки ($r=-0,67$).

Висота серединної арки поздовжнього склепіння пов'язана сильним позитивним кореляційним зв'язком тільки з висотою внутрішньої арки поздовжнього склепіння ($r=0,78$). Середні за силою прямі зв'язки характерні для довжини тіла сидячи ($r=0,58$) і кута біля п'яtkової кістки ($r=0,36$); обернено пропорційні – для кута біля виростка ($r=-0,36$).

Висота зовнішнього поздовжнього склепіння пов'язана сильним позитивним зв'язком з висотою серединної арки поздовжнього склепіння ($r=0,93$) і з висотою таранної кістки ($r=0,78$). Середні за силою прямі зв'язки виявлені з висотою внутрішньої арки поздовжнього склепіння ($r=0,68$), довжиною тулуба сидячи ($r=0,47$) і величиною м'язового компонента ($r=0,45$). Обернено пропорційні середні кореляційні зв'язки прослідковуються між товщиною шкірно-жирових складок ($r=-0,33-0,64$) та кутом позиційної постановки п'яtkової кістки ($r=-0,36$).

Висота внутрішньої арки поздовжнього склепіння має сильні позитивні кореляційні зв'язки з висотою серединної арки поздовжнього склепіння ($r=0,78$) і з висотою таранної кістки ($r=0,86$). Сильний обернений зв'язок виявлений з кутами суглоба Шопарова ($r=-0,96$) і біля кісточки ($r=-0,74$). Середні зв'язки різної спрямованості характерні для показників довжини тіла ($r=0,51$), кісткового компонента ($r=0,33$), кута відхилення I пальця ($r=0,52$), висоти зовнішнього поздовжнього склепіння ($r=0,68$), кутів – таранно-опорного ($r=0,54$), біля п'яtkової ($r=0,65$) і човноподібної ($r=-0,64$) кісток.

Висота таранної кістки пов'язана сильними позитивними кореляційними зв'язками з висотами всіх поздовжніх склепінь ($r=0,78-0,86$). Середній позитивний зв'язок виявлений із показниками довжини тіла ($r=0,67$), таранно-опорним кутом ($r=0,45$) і кутом біля п'яtkової кістки ($r=0,56$); середній обернений взаємозв'язок установлений із шириною стопи ($r=-0,34$) і з кутом біля кісточки ($r=-0,62$).

Таранно-опорний кут пов'язаний сильним оберненим кореляційним зв'язком з кутом біля човноподібної кістки ($r=-0,71$). Середні за силою позитивні зв'язки виявлені з кутами відхилення I пальця ($r=0,42$), позиційної установки п'яtkової кістки

($r=0,36$), висотою внутрішньої арки поздовжнього склепіння ($r=0,54$) і висотою таранної кістки ($r=0,45$). Обернено пропорційний взаємозв'язок виявляється з довжиною ($r=-0,5$) і шириною ($r=-0,4$) стопи, з кутом біля кісточки ($r=-0,62$), довжиною тіла ($r=-0,53$), довжинами нижньої кінцівки, стегна й гомілки ($r=-0,3--0,61$).

Кут біля кісточки утворює сильні кореляційні зв'язки: прямі – з кутом біля кісточки ($r=0,79$), обернені – з кутом біля п'яtkової кістки ($r=-0,93$) і висотою внутрішньої арки поздовжнього склепіння ($r=-0,74$). Середні за силою зв'язки різної спрямованості виявлені з довжиною тіла ($r=-0,4$), кутами Фіка ($r=-0,38$), відхилення першого пальця ($r=-0,37$), коефіцієнтом поздовжнього сплющення ($r=0,54$), висотами поздовжніх склепінь ($r=-0,36--0,64$), таранно-опорним кутом ($r=-0,62$).

Кут біля п'яtkової кістки зв'язаний сильним негативним кореляційним зв'язком з кутом біля кісточки ($r=-0,93$); середнім позитивним взаємозв'язком – з довжиною тіла сидячи ($r=0,45$), з висотою середньої і внутрішньої арки поздовжнього склепіння ($r=0,36--0,65$), висотою таранної кістки ($r=0,56$); середнім оберненим взаємозв'язком – з кутом суглоба Шопарова ($r=-0,54$) і кутом біля човноподібної кістки ($r=-0,62$).

Кут біля човноподібної кістки утворює сильний позитивний кореляційний зв'язок з кутом біля кісточки ($r=0,79$) і сильний обернений взаємозв'язок з таранно-опорним кутом ($r=-0,71$). Середні за силою зв'язки різної спрямованості виявлені з довжиною стегна ($r=0,51$), кутами Фіка ($r=0,49$), Шопарового суглоба ($r=0,67$), відхилення I пальця ($r=-0,67$), позиційної установки п'яtkової кістки ($r=-0,36$), біля п'яtkової кістки ($r=-0,62$), коефіцієнтом поздовжнього сплющення ($r=0,53$), висотою внутрішньої арки поздовжнього склепіння ($r=-0,64$).

Висновки

1. Результати аналізу показників довжини й висоти внутрішньої частини поздовжнього склепіння стопи в абсолютних числах та індексу склепіння стопи у відсотках указують на існування асиметрії стопи за досліджуваними параметрами (різниця становить у середньому $3,3 \pm 0,04$ мм). При цьому асиметрія і сплющення стопи в студентів III курсу виявляються на 29,6% частіше, ніж у студентів I курсу.

2. Морфометричні параметри стопи формують тільки середні й слабкі кореляційні взаємозв'язки різної спрямованості з антропометричними параметрами тіла. Між параметрами та коефіцієнтами стопи простежуються кореляційні зв'язки різної сили прямої й оберненої спрямованості.

1. Иваницкий М. Ф. Движения человеческого тела / М. Ф. Иваницкий. – Л., 1985. – 195 с.
2. Иваницкий М. Ф. Анатомия человека (с основами динамической и спортивной морфологии) / М. Ф. Иваницкий. – М. : Физкультура и спорт, 1985. – 544 с.
3. Лапутин Е. В. Биомеханика спортивных движений / Е. В. Лапутин. – К. : Знання, 2001. – 324 с.
4. Rossi W. Professional shoe fitting / W. Rossi, R. Tennet. – N.Y. : Raven Press., 2000. – 432 p.
5. Steindler A. Kinesiology of the human body, under normal and pathological conditions / A. Steindler. – N.Y. : Springfield, 1992. – 566 p.
6. Steinhausen W. Mechanik des menschlichen Körpers / W. Steinhausen // Handb. norm. u. path. Physiol., hrsg. v. A. Bethe u. G. Bergmann. – Ruhelagen, Gehen, Laufen, Springen, 1990. – Bd. 15. – V. 1. – P. 162–230.
7. Weber W. E. Mechanik der menschlichen Gehwerkzeuge / W. E. Weber, E. F. Weber. – Göttingen, 1986. – 453 p.
8. Wegmann H. Biomechanik Untersuchungen an Untrainierten unter Körperlichen Arbeit / H. Wegmann, K. Klein, H. Bruner // Int. Z. angew. Physiol. – 1996. – Bd. 26. – P. 4–12.
9. Wyndham C. A physiological basis for the "optimum" level of energy expenditure / C. Wyndham, N. Strydom, C. Williams // Nature. – 1992. – V. 195. – P. 1210–1212.

Рецензент: д-р біол. наук, проф. **Мицкан Б.М.**