

УДК 685.346

ББК 75.0

Сергій Попель

БІОМЕХАНІЧНА ОЦІНКА СТАНУ СКЛЕПІННЯ СТОПИ ЯК КРИТЕРІЙ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ПІДБОРУ СПОРТИВНОГО ВЗУТТЯ

У статті подані дані про амортизаційні властивості стопи у спортсменів різної спеціалізації та їх зміни у взутті з різним типом підшви.

Ключові слова: біомеханіка, склепіння стопи, спортивне взуття.

In article the analysis of amortisation properties of autopodium at the sportsmen different of specialization and their changes in footwear with different phylum of a sole is made.

Key words: biomechanic, arch of pedis, sports footwear.

Постановка проблеми. Відомо, що стопа є унікальним органом людського тіла, особливості її будови пов'язані із ортоградною позою при пересуванні у просторі, що обумовлює специфічні вимоги до її склепінчастого апарату. Він має свої анатомо-фізіологічні та біомеханічні особливості, які визначають його індивідуальні властивості [1,3,10]. Його стан залежить від віку, статі, маси тіла, професійної діяльності, характеру та інтенсивності занять спортом [2]. Ці фактори визначають в основному ступінь та діапазон функціонального запасу міцності суглобово-м'язового компонента стопи, яка залежить від цілого ряду специфічних і неспецифічних факторів, серед яких чільне місце належить конструктивним особливостям взуття, яким користується людина [4,5].

Систематичні заняття спортом передбачають підвищене навантаження на склепінчастий апарат стопи, тому підбір спортивного взуття для спортсменів різної спеціалізації має немаловажне значення. Відомо, що неправильно підібране спортивне взуття сприяє зниженню ресорних властивостей склепіння стопи, і це може призвести до травматизації або розвитку різних типів плоскостопості [6,7,8]. Тому актуальність розробки методики оцінки стану склепінчастого апарату стопи та індивідуального підбору спортивного взуття важко переоцінити. На сучасному етапі відсутня загальноновизнана, науково обґрунтована методика індивідуального підбору спортивного взуття [6,7,9].

Мета дослідження: розробити методику оцінки склепінчастого апарату стопи з метою оптимізації індивідуального добору спортивного взуття у спортсменів різної спеціалізації.

Матеріал і методи дослідження. У процесі дослідження нами було обстежено 60 спортсменів чоловічої статі у віці 22–23 років. Із них 35 осіб систематично займалися легкою атлетикою (бігові види), 25 – важкою атлетикою. Контрольну групу склали 15 осіб, які не займалися спортом.

Плантографія проводилась за методикою Мартиросова Е.А. (1975) у модифікації Чижина-Штритера.

Динамографічні дослідження проводились на модифікованій нами платформі на базі системи п'єзоелектричних датчиків та електронної ваги.

При аналізі враховували вертикальну і горизонтальну складові опорної реакції платформи у відповідь на переміщення маси тіла на площу поверхні досліджуваної

стопи. При цьому враховують положення одного із законів механіки, який вказує, що сила тиску на платформу прямо пропорційна до маси тіла та обернено пропорційна до площі опорної поверхні.

За результатами динамографічних записів визначали зони запасу амортизаційної здатності і "твердості" стопи. Абсолютні цифрові дані, які свідчать про значення площі криволінійної трапеції, що відсікається кривою графіка функції в зонах запасу міцності жорсткої основи і зони амортизаційно-ресорної функції стопи, обчислювали за інтегральними формулами. На їх основі обчислювали індекс фізіологічного запасу міцності стопи.

Якщо даний індекс не перевищує 15%, то запас фізіологічної міцності вважається як "низький". При значеннях індексу від 15 до 25% фізіологічний запас міцності стопи оцінюється як "середній". При значеннях індексу від 25 до 40% фізіологічний запас міцності стопи є "високим".

Результати власного дослідження. Встановлено, що ступінь розвитку позовжнього і поперечного склепіння стопи може бути прийнятим як критерій оцінки амортизаційно-ресорної та опорної здатності стопи в нормі.

При порівняльному аналізі динамограм осіб, які не займалися спортом було виявлено, що динамічна маса тіла зростає і перевищує рівень статичної ваги в середньому на $3,8 \pm 0,1$ і $2,3 \pm 0,1$ кг залежно від площі опорної поверхні в процесі "перекатування" стопи із п'ятки на носок.

При аналізі горизонтальної складової опорної реакції було встановлено, що вона має незначні коливання динамічної маси "вправо-вліво", синхронізована з вертикальною складовою як по напрямку, так і по знаку функції, її висота коливається в межах від $0,3 \pm 0,04$ до $2,1 \pm 0,1$ кг і збігається по всіх максимумах та мінімумах кривої графіка.

Індекс фізіологічного запасу міцності у неспортсменів змінюється в межах від 9 до 14% і оцінюється нами як низький.

Таким чином, склепінчастий апарат стопи у неспортсменів характеризується середнім рівнем амортизаційної здатності і низьким рівнем пружно-еластичних можливостей. Ці дані можуть служити вихідними або контрольними даними для подальшої оцінки стану склепіння стопи у спортсменів різної спеціалізації.

Оцінка плантограм у спортсменів-легкоатлетів бігунів показала, що метричні параметри відповідають нормальному стану поперечного склепіння за Фрідляндом. На відміну від неспортсменів, у легкоатлетів стопа при постановці на тверду основу знаходиться у вираженому положенні супінації, тобто техніка виконання спортивних вправ при такому положенні стопи передбачає максимальне використання пружних властивостей сухожильно-м'язового апарату, коли попередньо розтягнуті зв'язки в момент відриву стопи від опорної поверхні дозволяють перевести статичну енергію у кінетичну і використати енергію пасивного розтягнення для більш потужного поштовху при бігу, стрибках у висоту, стрибках у довжину та інших вправах.

Цікавими виявилися дані про стан основних розмірів стопи у спортсменів-легкоатлетів при біговому навантаженні, які свідчать про високий рівень пружно-еластичних властивостей зв'язково-м'язового апарату стопи.

Порівняльний аналіз динамограм спортсменів-легкоатлетів при використанні спортивного взуття фірми "Reebok" виявив, що ступінь зростання динамічної маси розтягується в часі і вона перевищує статичну тільки на $3,47 \pm 0,22$ кг. Це свідчить про більш "м'яку" постановку стопи при виконанні спортивних вправ і про більшу

площу контакту стопи з опорною платформою динамографа.

Такі низькі коливання в середніх значеннях, на нашу думку, можуть бути обумовлені також і незначною різницею в еластичності підошви взуття фірми "Reebok" та еластичністю сухожилків м'язів підошвинної поверхні стопи у спортсменів-легкоатлетів.

Індекс функціонального запасу міцності у цих спортсменів становить від 18 до 24% і оцінюється нами як середній.

При аналізі динамограм у взутті фірми "Nike" особливої різниці в показниках вертикальної та горизонтальної складової не виявлено. При цьому значення індексу фізіологічного запасу міцності стопи становить у спортсменів-легкоатлетів 19% і оцінюється нами як середній.

При порівняльному аналізі динамограм спортсменів-легкоатлетів у взутті фірми "Adidas" було виявлено, що динамічна маса зростає за більш короткий період і її рівень перевищує статичну масу в середньому на $6,9 \pm 0,7$ кг, що свідчить про більш "жорстку" постановку стопи і про меншу площу контакту її з опорною платформою динамографа.

Такі значні коливання в середніх значеннях, на нашу думку, можуть бути обумовлені незначною еластичністю підошви взуття фірми "Adidas" при однакових значеннях пружності сухожилків м'язів підошвинної поверхні стопи у спортсменів-легкоатлетів.

Характер горизонтальної складової опорної реакції не відрізняється від таких при використанні взуття інших фірм. Значення індексу фізіологічного запасу міцності складає 10% і оцінюється нами як низький.

Одним із завдань нашого дослідження було встановити ступінь розвитку позовжнього і поперечного склепіння стопи як критерію оцінки амортизаційно-ресорної та опорної здатності стопи при виконанні важкоатлетичних вправ. Значення індексу Чижина складає в середньому $1,9 \pm 0,2$ у.о., що відповідає пониженому стану поперечного склепіння і свідчить про розвиток початкових стадій плоскостопості у 58,4% обстежених спортсменів.

При порівняльному аналізі динамограм спортсменів-важкоатлетів при використанні взуття фірми "Reebok" було виявлено, що динамічна маса зростає в середньому на $8,4 \pm 0,5$ кг. Індекс фізіологічного запасу міцності стопи при використанні взуття фірми "Reebok" становить 29%; 30% у взутті фірми "Nike" та 22% у взутті "Adidas" і оцінюється для всіх цих типів взуття як високий.

Таким чином, отримані дані щодо основних розмірів та індексів стопи у спортсменів-важкоатлетів свідчать про переобтяженість як поперечного, так і позовжнього склепіння стопи, але постановка стопи у пронованому стані, що найбільш часто спостерігається у важкоатлетів, забезпечує підвищену площу опори та високий ступінь врівноваженості при використанні всіх типів спортивного взуття.

Висновки

1. Склепінчастий апарат стопи неспортсменів характеризується середнім рівнем амортизаційної здатності і низьким рівнем пружно-еластичної деформації. Динамічні навантаження ведуть до збільшення рівня пружно-еластичної деформації в елементах склепінчастого апарату стопи, при цьому на низькому рівні залишається її амортизаційна здатність.

2. У спортсменів-легкоатлетів з низьким рівнем пружно-еластичних властивостей стопи спостерігається низький плантографічний коефіцієнт, і їм найкраще підходить взуття фірми "Reebok". При середньому рівні пружно-еластичних властивостей і низькому плантографічному індексі підвищений фізіологічний запас міцності досягається за рахунок додаткового напруження дорзальної групи м'язів гомілки, що, в свою чергу, компенсує недостатність пружно-еластичних властивостей стопи. Додаткова компенсація недостатності запасу "жорсткості" стопи досягається шляхом застосування взуття фірми "Nike", у якого більш жорстка підошва, і вона не дозволяє розтягувати зв'язково-сухожилковий і м'язовий компонент склепінчастого апарату стопи.
3. При високому рівні пружно-еластичних властивостей стопи у спортсменів-легкоатлетів відбувається додаткова пронація стопи при контакті з опорною поверхнею, тому необхідно використовувати супінатори, які завжди є у комплекті взуття фірми "Adidas".
4. У спортсменів-важкоатлетів спостерігається підвищений рівень індексу фізіологічного запасу міцності стопи і значне зниження амортизаційної здатності склепінчастого апарату стопи на фоні пониження висоти підйому поздовжнього склепіння і збільшення кута при великому пальці стопи. Використання взуття із низькою висотою підбору ("Adidas", "Nike") або із значною шириною ранту і підметки ("Adidas") покращує врівноваженість тіла спортсмена-важкоатлета, синхронізує вертикальну і горизонтальну складові динамографічної кривої і сприяє створенню жорсткої основи для максимальної реалізації реакції опори стопи.

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