

АНАТОМО-МОРФО-ФУНКЦІОНАЛЬНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ ВЕРХУ ВЗУТТЯ З НИЗЬКИМ КАБЛУКОМ

У статті розглянуті обґрунтування щодо побудови раціональної конструкції верху взуття з позиції анатомічної будови та функціонування стопи людини

In clause substantiations to construction of a rational design of top of footwear from a position of an anatomic structure and functioning of human foot are considered

Ключові слова: деталі верху взуття, раціональна конструкція, анатомія стопи.

Постановка проблеми

Сучасне автоматизоване проектування та виробництво взуття вимагає від модельєрів-конструкторів більш високі досягнення побудови деталей верху взуття (ДВВ). Конструкція моделі повинна відповідати умовам максимальної автоматизації технологічного процесу її виготовлення та сприяти зниженню собівартості, чим досягається її конкурентоспроможність. Разом з тим, зовнішній вигляд взуття повинен відповідати сучасним віянням моди; при цьому не забуваючи про необхідність пов'язувати питання побудови вишуканої моделі з анатомо-морфо-функціональною роботою стопи, Цьому питанню на жаль, не завжди приділялось достатньо уваги [1, 2].

Лікарі-ортопеди серйозно занепокоєні проблемою відхилення форми стопи, зокрема, патологічними деформаціями і хворобами від дії взуття [3, 4]. Нераціональне проектування деталей верху та взуття в цілому має негативний вплив на здоров'я людини. Незважаючи на вимоги моди, інженери-конструктори зобов'язані завжди пам'ятати про необхідність забезпечення функціональності, легкості й гігієнічних властивостей взуття, а також врахування анатомо-морфо-функціональності стопи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Моделювання – це процес розробки нових моделей і його прийнято вважати складовою загального процесу проектування виробу [1]. При моделюванні та конструюванні ДВВ необхідно суміщувати потреби моди із зручністю розташування стопи у взутті. Взуття запобігає випадковому пораненню стопи та служить захистом від переохолодження чи перегрівання організму, воглопроникнення та опіків. Воно має естетичні та гігієнічні якості, зокрема, відповідність формі і розмірам стопи, а також запобігає зміні габаритів стопи під час ходіння [4]. Оскільки потрібно дотримуватись відповідності форми колодки формі стопи з урахуванням анатомо-функціональності її, тому все частіше для вирішення даної задачі вивчають більш досконало анатомію та біомеханіку стопи [6].

Неправильно спроектоване взуття може обмежити амортизаційну функцію стопи, а також активний відпочинок м'язів, який полягає в чергуванні їхнього напруженого та розслабленого стану. Взуття для споживача будь-якого віку повинно захищати стопу від перевантажень, що часто відбуваються, завдяки неправильно розташованим точкам опори, а також забезпечувати вільний рух м'язів, правильне закріплення п'ятки, а також сприяти зменшенню напруги, пов'язаного з подоланням опору вигину [9].

Велику роль при створенні якісного та конкурентоспроможного взуття відіграє процес конструювання взуття з урахуванням анатомічних точок стопи. Стопа – це важлива складова частина опорно-рухової системи. Її функція й структура з однієї сторони залежить від вище розташованих елементів опорно-рухового апарату, а з іншої – має на них позитивний або негативний вплив. Функція й структура стопи залежить від особливостей системи керування стоянням і локомоціями (від рухового стереотипу) і від умов експлуатації (особливості взуття, особливості і інтенсивності повсякденної рухової активності) [7,8].

Формулювання цілі статті

З огляду на вище зазначене, особливу увагу при конструюванні взуття потрібно приділити змінам фіксації кісткового апарату людини, особливо кісток стопи, а також реально врахувати вплив анатомо-морфо-функціональності стопи при побудові ДВВ за копіювально-графічною системою проектування взуття. Для цього розглянемо положення основних анатомічних елементів стопи (кісток, суглобів, зв'язок, сухожилів, кровоносних судин і т. ін.) у вільному стані та у взутті з низьким каблукком та його вплив на положення конструктивних елементів взуття (швів, проміжних деталей, декоративних прикрас тощо).

Виклад основного матеріалу

Увесь діапазон рухів нижньої кінцівки людини перш за все обумовлений анатомічною будовою кісток [5, 7]. У суглобах нижньої кінцівки вони реалізується у вигляді [4, 8]: згинання-розгинання, приведення-відведення, пронація-супінація. Система кровоносних судин стопи забезпечує доставку кисню та поживних речовин, виведення із неї відходів життєдіяльності. Крім того, стопа виконує важку роботу, вона "потіє", шкіра стопи протягом доби виділяє до 200 мл. рідини.

Стопа складається з 26 кісток, 33 суглобів, більше ніж 100 зв'язок, сухожилів і м'язів, покрита шкірою, з боку підошви має унікальну будову, яка дозволяє їй переносити динамічні стискаючі навантаження значної величини зі швидкістю прикладення до 200 кг на секунду [2, 7]. Кістки заплесне, плесно та пальців утворюють кістяк стопи, будова якого показана на рис. 1.

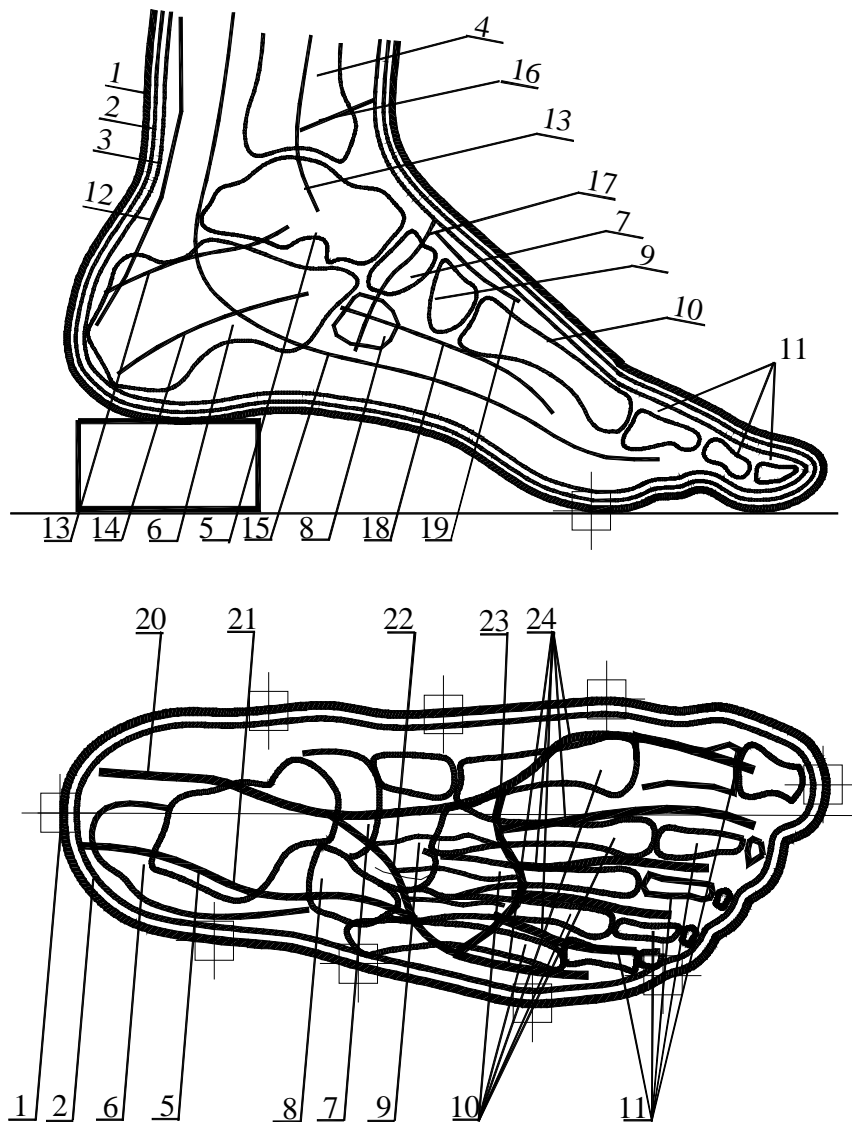


Рис. 1. Внутрішня будова (анатомія) стопи, опертої на низький каблук

На рис. 1 прийнято наступні позначення: 1 – шкіра стопи; 2 – підшкірний простір, 3 – жирова тканина, 4 – медіальна щиколотка, 5 – блок таранної кістки, 6 – п'ятковий бугор, 7 – таранна кістка, 8 – кубоподібна кістка, 9 – клиноподібна кістка, 10 – плеснова кістка, 11 – фаланги стопи, 12 – п'яткове сухожилля (ахіллове), 13 – м'язи маломілкової кістки, 14 – сухожилля щиколотки, 15 – сухожилля маломілкової кістки, 16 – утримувач сухожилля м'язів-розгиначів пальців, 17 – м'яз – короткий розгинач пальців, 18 – сухожилля третього маломілкового м'яза, 19 – сухожилля м'яза – довгого розгинача пальців, 20 – тильна артерія стопи, 21 – латеральна передня щиколоткова артерія, 22 – латеральна передплеснова артерія, 23 – дугоподібна артерія, 24 – тильні плеснові артерії.

Заплюсне утворює задню половину стопи людини і складається з семи кісток, що розміщені в два ряди. До ближчого ряду відносять блок таранної кістки, таранну та п'яткову кістки, а до дальшого – човноподібну, кубоподібну і клиноподібні кістки.

Плесно складається з п'яти плеснових кісток. На кожній з цих кісток розрізняють основу, тіло та головку. Перша кістка плесна, що відповідає першому пальцю, найтовща і найкоротша. Основа всіх кісток плесна майже плоскої форми і з'єднується з кістками заплюсне. Тіла плеснових кісток за формою нагадують тригранну призму, скривлені посередині і дещо опуклі донизу [5-7]. Головки всіх плеснових кісток мають півкулясту форму і зчленовуються з основами фаланг. Кожен палець, за винятком першого, складається з ближчої, середньої та кінцевої фаланг. У першого пальця середньої фаланги немає. На кожній фаланзі розрізняють основу, тіло та головку. Кінцеві фаланги замість головки мають горбкуватість. Основи ближчих фаланг мають суглобові поверхні у вигляді ямок і зчленовуються з головками п'яткових кісток. Основи інших фаланг за формою нагадують блок.

Суглоби стопи утворені суглобовими поверхнями всіх кісток та основ ближчих фаланг. Суглобові капсули фіксуються бічними і підшовними зв'язками, а також глибокою поперечною плесною зв'язкою. Суглоби мають кулясту форму. Рухи, які можливі в суглобах – згинання та розгинання і незначні розведення пальців.

М'язи нижніх кінцівок поділяють на м'язи тазового поясу і м'язи вільної нижньої кінцівки [7]. М'язи, що приводять в рух стопу й пальці, розміщені на гомілці. Найбільший з них – литковий, який у

людини досягає найбільшого розвитку, бо вся маса тіла припадає на ноги, також згинає стопу. Серед м'язів гомілки виділяють передню, латеральну й задню групи м'язів. До передньої групи ставляться переважно розгиначі стопи, до латерального – згиначі і пронатори стопи, до заднього – згиначі й супінатори стопи. Передній великогомілковий м'яз розгинає стопу.

М'язи стопи підходять до групи м'язів тильної поверхні стопи, до яких ставляться переважно розгиначі, і групу м'язів підошовної поверхні стопи, що складає зі згиначів.

Вени нижньої кінцівки поділяються на глибоку і поверхневу системи [5, 7]. Останню ще називають системою підшкірних вен. Обидві ці системи пов'язані між собою різноманітними венами – перфорантами, які несуть кров від підшкірних вен до глибоких. Тильна артерія стопи дає медіальні й латеральні передплеснові артерії, що приймають участь в утворенні тильної судинної мережі стопи. Також від її відходить дугоподібна артерія, що розгалужується на чотири тильні плеснові артерії, кожна з яких, у свою чергу, ділиться на дві тильні пальцеві артерії, що поставляють кров до тильних поверхонь ІІ-V пальців стопи. Кінцевими галузями тильної артерії є перша тильна плеснова артерія, що розгалужується на тильні пальцеві артерії, дві з яких постачають кров'ю І палець, а одна – медіальну поверхню ІІ пальця, і глибока підошова відгалуження, що виходить через перший міжкістковий проміжок на підошовну поверхню стопи й приймаючи участь в утворенні підошовної артеріальної дуги.

Сформулюємо основні вимоги щодо врахування наведеної вище анатомо-морфо-функціональної структуризації стопи при конструюванні ДВВ. Стопа є складним біомеханічним комплексом, що виконує три важливі завдання при забезпеченні функції опори й руху людини [7-9, 11]:

- забезпечення опори й рівноваги при стоянні і ходьбі;
- поглинання енергії удару в момент "приземлення" і додання тілу вертикального імпульсу в момент відштовхування від опори, що характерні для реалізації природних рухів (ходьба, біг, стрибки);
- захист опорно-рухової системи від можливих травм і перевантажень.

При проектуванні взуття необхідно враховувати пружно-еластичну властивість стопи та її вразливість при перевантаженнях, адже іноді нераціональне членування контурів деталей заготовки спричинює концентрацію тиску в місцях швів, що може порушувати крово- та лімфообмін, викликати появу мозолів тощо [9].

Велику увагу при розробці конструкції взуття слід приділяти зміні фіксації опорно-рухового апарату, особливо положенню анатомічних точок стопи.

Запропоновані автором методи та пристрої проведення обміру стопи [10] дають можливість отримувати антропометричної інформації, але при цьому необхідно визначити основні анатомічні точки, які потрібні для побудови якісного взуття. В основу антропометричних досліджень стопи необхідно закласти принцип врахування положення характерних анатомічних точок стопи й параметрів відповідно до систем проектування колодок і взуття, зокрема побудови контурів деталей верху.

Правильний вимір певних ліній на стопі й гомілці вимагає точного знання розташування точок обмірювання (анатомічних розпізнавальних точок). Це дозволяє легко й однозначно визначити їх при виконанні обмірів.

Конструкція взуття визначається її видом, що характеризується кроєм заготовки. Крім принципових відмінностей моделей верху взуття, необхідно завжди враховувати чутливі ділянки стопи, які потрібно захищати від тиску й тертя швами або потовщеннями деталей, що з'єднують. На рис. 2 показані ділянки стопи, які підлягають найбільшій силовій дії з боку стопи.

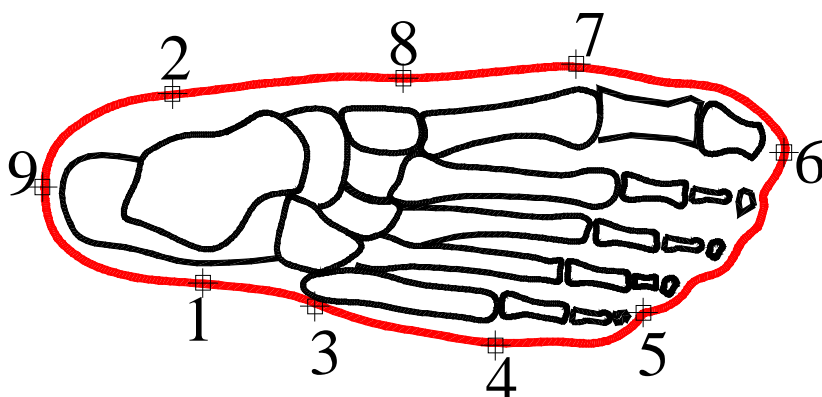


Рис. 2. Основні ділянки стопи, що сприймають силову дію взуття

При дослідженні анатомо-морфо-функціональності стопи потрібно враховувати розташування точки центра зовнішньої 1 та внутрішньої шиколотки 2 й п'яtkового заокруглення 9, котрі необхідні для встановлення та визначення висоти берця черевика, а також висоти задинки й задника. Положення точки 3 відростка п'ятої фаланги необхідно досліджувати з метою правильного та раціонального проектування зовнішніх та проміжних деталей верху взуття, оскільки неякісно спроектоване взуття призводить до деформації та різноманітних порушень нормального функціонування нижньої кінцівки.

Як відомо, в області пучків при ходьбі відбувається найбільше й часте згинання стопи, а отже, і взуття. Тому при дослідженні стопи необхідно враховувати положення точки 4, 7 розміщення центрів пучків. Розміщення на цих ділянках з'єднань деталей утрудняє згинання взуття, послабляє ниткові або клейові з'єднання.

Точка закінчення мізинця 7 потрібна для встановлення точки носкової частини при проектуванні конструкції верху взуття. Як відомо, при ходьбі п'ятова частина стопи обертається відносно осі, яка проходить через голівки фалангових кісток. Найбільш виступаюча частина п'ятого пальця змішена відносно осі обертання. Якщо ж змінити положення даної точки, то край носка, стикаючись із тильною частиною стопи або фалангами, буде завдавати болю та деформуватися в процесі носіння такого взуття

Точка 6 закінчення великого пальця показує розміщення стопи у взутті.

Точки середини стопи й згину 8 її необхідні для обґрунтованої побудови контуру берця для черевика, висоти берця для напівчеревика й напрямку черезпідйомного ремня для туфель і сандалій. Також необхідно звертати увагу при проектуванні деталей взуття на плюсно-фалангові зчленування, оскільки саме тут знаходиться область найбільших деформацій, у зв'язку із чим можливо швидке руйнування ниткового шва союзки.

При дослідженні анато-морфо-функціональності стопи та при раціональному проектуванні деталей верху взуття необхідно враховувати розташування сухожиль, м'язів та вен, які розташовані на тильній поверхні стопи, оскільки перетискування вен спричиняє порушення кровоплину стопи та призводить до відмирання тканин нижньої кінцівки [11].

Взуття потрібне для ходьби, тому всі спроби зробити взуття витонченим і незвичайної краси повинні бути в строгих рамках відповідного стандарту. У цьому полягає й мистецтво модельєра й здоровий вибір користувача взуттєвої продукції.

Висновки

1. Здійснений аналіз внутрішньої будови та взаємодії елементів стопи вказує на важливість їх урахування при розробці підходів та методик проектування взуття.
2. Запропоновані основні вимоги щодо врахування анато-морфо-функціональної структуризації стопи в процесі проектування раціональної конструкції верху взуття.

Література

1. Бегняк В. І. Основи конструювання і проектування виробів із шкіри: Навч. посібник. – Хмельницький, 2002. – 260 С.
2. Слюсарев А. О. та ін. Біологія: Навч. Посібник: за ред. В.О.Мотузного. – К.: Вища шк., 2002. – 122 с.
3. http://anatomium.ru/photo_anat/
4. Ченцова К.И. Стопа и рациональная обувь / К.И.Ченцова. – М.: «Легкая индустрия», 1974. – 216 с.
5. Основи прикладної антропології та біомеханіки. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт. – Хмельницький: ХДУ, 2004. – С. 19-22.
6. www.v-ugnivenko.narod.ru/
7. Анатомія людини: навч. посібник / О. М. Очкурченко, О. В. Федотов- [2-ге вид.]. – К.: Вища шк., 1992. – С. 286 – 289.
8. Харклесс Л.Б. Секреты голеностопного сустава и стопы / Л. Б. Харклесс, К. Фелдер-Джонсон. – Бином-Пресс. 2007. – 320 С.
9. Лыба В. П. Теория и практика проектирования комфортной обуви: дне.... докт. техн. Наук. – М., 1996. – 413 С.
10. Надопта Т. А. Досвід автоматизації процесів обміру стопи та проектування деталей взуття Вісник Хмельницького національного університету. – 2009, № 5. – С. 68-73
11. Ключникова В. М. Антропологические и биомеханические основы конструирования изделий из кожи / В.М. Ключникова, Т.С. Кочеткова, А.Н. Калита. – М.: Легпромбытиздат, 1991. – 191С.

Надійшла 12.12.2009 р.