

БІОМЕХАНІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ТА СТАБІЛОГРАФІЧНЕ ТЕСТУВАННЯ СПОРТИВНОГО ВЗУТТЯ ДЛЯ СКЕЙТБОРДИНГУ

Біомеханічні раціональні рухи та пози часто визначають кінцевий результат тієї чи іншої діяльності людини і тому є предметом детального дослідження фахівців певних галузей. Ще у минулому столітті угорський лікар Ромберг ввів у клінічну практику спостереження за вертикальним положенням тіла та розробив методики оцінювання ступеня коливання тіла і тремору кінцівок.

Ключові слова: біомеханіка, стопа, спортивне взуття, стабілографія.

Постановка проблеми. Біомеханічні вимоги до скейтерського взуття більш важливі ніж для побутового, оскільки пов'язані з цілою низкою таких біомеханічних навантажень на стопу, які у побутових умовах практично відсутні. З іншого боку, як і побутове взуття, скейтерське взуття повинно не перешкоджати виконанню рухових функцій стопи, не потребувати зайвих витрат енергії і не створювати будь-які інші незручності при експлуатації. Зокрема, енерговитрати при користуванні взуттям для скейтбордингу, на нашу думку, передусім залежать від маси і жорсткості взуття, зручності взування-знімання, надійності утримування на стопі.

Після створення скейтбордів – постала проблема розробки спеціального спортивного взуття, яке б допомогало оптимізувати процес катання на дошці; це взуття отримало назву "Skate-взуття" (взуття для скейтбордингу, скейтерське взуття, "скейти") і розроблене спеціально для використання під час катання на скейтборді. Оскільки скейтбординг належить до екстремальних видів спорту, то конструкція скейтерського взуття – призначена передусім для мінімізації негативного впливу процесу експлуатації скейтборда на стопу, підвищення стійкості скейтбордиста і його можливостей виконувати власні задуми під час катання [1]. Через відсутність необхідних наукових досліджень для розроблення вітчизняних технологій виготовлення взуття для багатьох видів спорту, більшість технологій виробництва спортивного взуття для екстремальних (порівняно "молодих" в Україні) видів спорту запозичена з інших, тривалий час поширених видів спорту. Тому для розробки технологій виготовлення взуття для окремих екстремальних видів спорту, спочатку необхідно встановити, що відбувається з тілом людини загалом і окремими його частинами під час занять відповідними видами спорту [2].

Варто наголосити, що проблеми створення раціонального спортивного взуття однакові практично для видів спорту і стосуються вирішення триєдиного завдання: найкраще відповідати стопі спортсмена, захищати стопу і сприяти досягненню бажаного результату (наприклад, презентована А. Шевченком у вересні 2011 р нова модель шкіряних футбольних бутсів Nike Tiempo Legend IV Elite, які вважаються найкращими у світі у своєму класі, покликана продовжити вирішення актуальних і донині проблем сучасного футбольного взуття – зручно сидіти на стопі, забезпечувати стійкість та маневреність футболіста [3]). Таким чином, у сучасному спорті проблеми взуття практично однойменні, але для кожного виду спорту вони вирішуються по-своєму відповідно до особливостей експлуатації.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На вимогах споживачів і виробництва до взуття ґрунтується його проектування (інженерне і художнє) і визначаються якісні та кількісні характеристики. Практично усі характеристики взуття безпосередньо чи опосередковано пов'язані з анатомією і біомеханікою стопи. Про важливість комплексних досліджень біомеханіки стопи, зокрема показника центру тяжіння людини, для виготовлення взуття, властивості якого будуть максимально задовольняти усі вимоги споживачів, ще у 1950-х р. р. наголошували провідні вчені у галузі взуття [1]. Але у ті часи не було достатньо досконалих спеціальних приладів, які б об'єктивно розкрили окремі важливі біомеханічні характеристики стопи та характер і тісноту їх зв'язку з відповідними характеристиками взуття.

Про важливість дослідження показника центру тяжіння тіла людини, амортизаційної функції, а також комплексних досліджень біомеханіки стопи – наголошували ще у 1940-х рр. Ю.П. Зибін, М.О. Фрідланд, Г.Н. Крамаренко та ін. [4]. Але достатньо досконалих спеціальних приладів, які б об'єктивно показали взаємозв'язок цих показників зі стопою, вчені очікували практично до сьогодні, коли актуалізовані майже 80 років тому дослідження можна здійснити за допомогою стабілографії – методу кількісного, просторового і часового аналізу стійкості під час стояння. Трудова та спортивна рухова діяльність у багатьох випадках вимагає від людини здатності досить економно і з високим робочим ефектом утримувати певні робочі пози, видозмінювати їх, зберігаючи рівновагу свого тіла у просторі [5].

Значний вплив на розвиток нових знань про регуляцію центру тяжіння та рівноваги тіла людини і в побудові сучасної методології досліджень статодинамічної стійкості зробило розроблення в Центральному науково-дослідному інституті протезування і протезобудування (м. Москва) наукового

приладу – стабілографа – тензометричної платформи, що дозволяє з великою точністю визначати амплітуду і частоту коливань тіла людини, що стоїть на протезі, із тим щоб вносити поліпшення в конструкцію протеза. Узагальнені результати цих досліджень наведено в монографії В.С. Гурфінкеля, Я.М. Коца і М.Л. Шика [6], у якій з позицій фізіології подані погляди на розуміння механізмів, що підтримують рівновагу тіла людини. Автори розглядали утримання ортоградної пози як завдання мінімізації розміру відхилення центру ваги від положення рівноваги. Цей розмір є функцією дуже великої кількості змінних – практично усіх суглобних кутів скелета. Вчені показали, що в основі зберігання рівноваги лежать не тільки реакції, які виникають від лабіринтових і місцевих рецепторів, але і скороминучі реакції, пов'язані з необхідністю безупинної корекції виникаючих відхилень від необхідної пози. Ці реакції відбуваються під дією зовнішніх сил, а також у зв'язку з особливостями рухового апарата людини.

Мета роботи. Особливо важливими дослідження біомеханіки стопи є для виготовлення спортивного взуття, зокрема, взуття для екстремальних видів спорту, які в останні роки набувають все більшої популярності в Україні. Проте сьогодні потреби вітчизняних споживачів у взутті для цих видів спорту задовольняється виключно імпортною продукцією або використанням невідповідного взуття (яке призначене для занять іншими видами спорту) [2].

Результати досліджень. Позитивним у формуванні номенклатури і забезпеченні рівня біомеханічних вимог до скейтерського взуття є те, що особливості його конструкції, можливість варіювання ними у широких межах, а також використання чисельних класичних спеціальних і новітніх інноваційних технологій провідних компаній-виробників, дозволяють постійно поліпшувати рухові функції стопи і мінімізувати витрати енергії під час занять скейтбордингом, які насамперед залежать від маси і жорсткості скейтерського взуття. Аналіз споживних властивостей скейтерського взуття (розділ 3) показує, що сучасні конструкції взуття для скейтбордингу забезпечують йому низку позитивних біомеханічних характеристик:

- можливість варіювання захисними і амортизувальними пристроями дозволяє постійно вдосконалювати відповідні властивості скейтерського взуття;

- вдосконалення скейтбордистами-професіоналами, які завжди є у складі провідних компаній-виробників скейтерського взуття, матеріалів для виготовлення шнурівок і способів шнурування – дозволяє досягати бажаної зручності взування-знімання цього взуття і надійності його утримування на стопі; ці вдосконалення є настільки суттєвими, що часто скейтерські способи шнурування запозичують виробники побутового молодіжного взуття, яке саме завдяки цим вдосконаленням набуває широкої популярності;

- незначна розпірна жорсткість пакету матеріалів верху скейтерського взуття, яка досягається за рахунок використання матеріалів зі значною еластичністю, широкого комбінування цих матеріалів і конфігурації деталей – дозволяє досягти оптимальної загальної зручності окремих моделей взуття і зробити їх ринково успішними; зокрема, виготовлене з використанням означених підходів скейтерське взуття з одного боку – забезпечує мінімальні перешкоди кровообігу і роботі м'язів (за рахунок мінімального тиску на стопу) та відсутність пошкодження шкіри стопи матеріалами верху, а з іншого – здатність зберігати під час експлуатації початкову форму і розміри;

- висока гнучкість (низький опір згинанню, низька жорсткість на згинання) позитивно позначається передусім на енерговитратах і, відповідно, втомі під час катання на скейтборді та виконання скейтбордистських трюків, а також на рівномірності розподілу навантаження. Позитивним наслідком відмінної гнучкості скейтерського взуття є зменшення статичної роботи м'язів із врівноваження пружних сил, які виникають під час згинання взуття, тобто, таке взуття зменшує енерговитрати не тільки на згинання, але і на підтримання стійкого положення тіла, що особливо важливо при стоянні на рухомій опорі, якою є скейтборд. М'якість конструкції скейтерського взуття позитивно впливає і на біомеханіку перекошування стопи, що, у свою чергу, підвищує загальну зносостійкість підошви та її кріплення, а також упереджує натирання і пітливість стопи, послаблення склепіння стопи і розвиток поперечної плоскостопості, зменшує зношування підкладки взуття в п'ятковій і носковій частині. Висока гнучкість підошви позитивно впливає на загальну зручність взуття в носковій частині. Належну гнучкість скейтерського взуття передусім забезпечують властивості матеріалів верху і підошви та широке використання новітніх способів покращання гнучкості, наприклад, використання мікропористих матеріалів, матеріалів з різним ступенем пористості у різних ділянках, матеріалів з спеціальними прорізами (насідками) необхідної глибини, комбінування перелічених та інших матеріалів; в результаті цього, найкращі моделі взуття для скейтбордингу забезпечують згинання в пучках під кутом 40° (боса нога при ходінні згинається в пучках під кутом 48° , у побутовому взутті найкращої гнучкості – до 36°);

- особливості конструкції і матеріали, які застосовують у сучасному взутті для скейтбордингу, мінімізують його масу; найчастіше цього досягають не стільки зменшенням товщини деталей, скільки комбінуванням різних матеріалів і, особливо, максимальною раціоналізацією конфігурації деталей; наприклад, накладні деталі для підсилення конструкції взуття розташовуються виключно поверх лінії дії відповідних сил і не займають зайвої площі. Встановлення напрямків дії основних сил, що виникають

при експлуатації скейтбордистського взуття, відбувається з використанням найсучасніших методів, які провідні компанії виробники часто запозичують у найпередовіших у наукових розробках сферах, зокрема – NASA.

Однією з найбільш актуальних проблем при розробленні взуття для сучасних екстремальних видів спорту вважається необхідність дослідження біомеханіки стопи людини [6]. Відомо, що стопа – це орган опорно-рухової системи, який складається із 26 кісток, 33 суглобів, понад 10 зв'язок, сухожилів і м'язів, покритих шкірою, яка зі сторони підошви має унікальну будову, яка дозволяє їй переносити стискаючі навантаження значної величини (до 200 кг на см²). Вона є складним біомеханічним комплексом, який під час забезпечення функції опори та руху людини здійснює три основні функції: забезпечує опору і рівновагу під час стояння; поглинає енергію удару під час приземлення і надає тілу вертикального імпульсу в момент відштовхування від опори, що є необхідним для реалізації локомоції (ходьби, бігу, стрибка); захищає опорно-рухову систему від можливих травм та перевантажень [7; 8].

Функції і структура стопи залежать з одного боку – від стану системи управління стоянням і локомоцією, тобто від стану вище перерахованих елементів опорно-рухового апарату, водночас здійснюючи на них позитивний чи негативний вплив, а з іншого – від умов експлуатації (особливостей взуття, особливостей та інтенсивності повсякденної рухової активності тощо). При цьому найважливішими вважаються два основних рухи стопи – пронація і супінація. З іншого боку – біомеханіка стопи без взуття (босоніж) значно відрізняється від біомеханіки стопи у взутті. Важливою і те, що біомеханіка повсякденної локомоції суттєво залежить від характеристики фактично наявного на нозі взуття: в одному взутті – найзручніше стояти, в другому – ходити, в третьому – бігати тощо. Останнє чітко підкреслює дві основні функції взуття: підвищення ефективності локомоції людини і захист стопи та опорно-рухового апарату від травм та перевантажень [7].

Одним із основних завдань біомеханіки є вивчення різних аспектів руху людини. Розглядаючи модель рухомого апарату біомеханічної системи "стопа–взуття–рухома опора" (потрібний рисунок) бачимо, що, оскільки загальний центр мас (ЗЦМ) скейтбордиста знаходиться вище нижніх кінцівок, то шестиланкова модель нижніх кінцівок (дві стопи, дві гомілки, два стегна) виконують основну роботу в кожній фазі пересування за рахунок зміни куткових характеристик. Оптико-електронний метод реєстрації руху скейтбордиста дозволив встановити закономірності техніки пересування біомеханічної системи "стопа–взуття–рухома опора" щодо пропорцій біологічних нижніх кінцівок і таких важливих показників для скейтборду, як рівновага. Для проектування раціонального спортивного взуття в біомеханіці велике значення має дослідження взаємодії стопи з опорною поверхнею, де різні ділянки стопи в різних фазах переміщення отримують неоднаковий тиск на поверхню [8].

Під час детального розгляду механізму руху тіла людини (ходьба, біг) можна побачити, що на початку кожного кроку під час виходу з положення спокою тіло ледь нахилиється вперед для виведення центру тяжіння з рівноваги. Зазвичай, під час такого явища спостерігається деяке піднімання стопи на носок, яке супроводжується зрушенням усього тіла вперед [1].

Відповідно до стадій описаного процесу – скейтбординг можна розглядати з позицій елементарної фізики. Наприклад, під час перестрибування скейтбордиста через бордюру – його можна порівняти з кулею, яка підстрибує вгору, а за законами фізики – для кожної дії є рівновелика і протилежна за напрямом дії (знаком) реакція (скейтборд); добуток маси і швидкості об'єкта (скейтбордист, що рухається у певному напрямі) – це імпульс тіла; опір об'єкта до зміни стану його руху (скейтбордист, що піднімається з рампи) – інерція тіла; фізика тертя присутня під час зчеплення взуття із опорною поверхнею скейтборду (наждачним матеріалом), а сила тяжіння – під час опускання спортсмена на поверхню (а також – під час падіння).

Біомеханічні раціональні рухи та пози часто визначають кінцевий результат тієї чи іншої діяльності людини і тому є предметом детального дослідження фахівців певних галузей. Ще у минулому столітті угорський лікар Ромберг ввів у клінічну практику спостереження за вертикальним положенням тіла та розробив методики оцінювання ступеня коливання тіла і тремору кінцівок. Ним було доведено, що оцінка вертикального положення тіла є важливим індикатором функціонального стану організму людини, її загального здоров'я.

У практиці спорту часто зустрічаються різні статичні положення та пози. До статичних положень відносять різні стійки, виси, упори у спортивній гімнастиці, стартові положення у легкій атлетиці, плаванні та інших видах спорту, пози важкоатлетів, стрільців тощо. Роль цих положень та поз як елементів спортивної техніки може бути зовсім різною, якщо розглядати їх основні три фази – початкову, проміжну та кінцеву. Залежно від того, до якої з цих фаз належить досліджувана статична поза, можна конкретно оцінити її роль в ефективному розв'язанні рухового завдання [6].

Про значну роль статичних положень та поз у спорті свідчить і той факт, що у змаганнях з певних видів спорту за правилами регламентується фіксація суддею статичних поз. Процес збереження положення та пози тіла – це складний процес управління та регуляції. Тіло людини з біомеханічної точки зору у біостатичі – можна уявити як багатоланкову механічну систему, що складається з ряду ланок, котрі не деформуються. Ці ланки з'єднані за допомогою шарнірів, в котрих діють суглобні моменти, що забезпечують жорсткість статичного положення усієї рухомої системи [4].

Виходячи з важливості оцінювання умов рівноваги тіла людини – нині для цієї мети пропонуються методика стабілографії. Останнім часом ця методика, окрім дослідження власне біомеханічних основ стійкості, застосовується також для вивчення функціонального стану організму людини, відношення до навантажень статичного характеру, оцінювання координаційних можливостей людини з точки зору професійного відбору певного напрямку тощо.

Однією з найбільш вагомих переваг стабілографії є те, що не дивлячись на усю складність електронного комплексу апаратури, що використовується у цих дослідженнях, людина за час вимірювань не обтяжується прикріпленням датчиків до біології її тіла: об'єкту дослідження необхідно лише стати на стабілографічну платформу та виконати відповідний контрольний тест (у чому автори переконались особисто).

Здатність зберігати рівновагу – вважається є однією з найважливіших умов забезпечення життєдіяльності організму людини [3]. Методика, що забезпечує можливість кількісного та якісного аналізу стійкості стояння, власне і називається стабілографією. Крива зміни координат загального центру мас тіла при збереженні стійкості стояння – називається стабілограмою. Метод стабілографії дає змогу вивчати біомеханічні характеристики рухів людини, а також дозволяє: кількісно оцінювати стійкість тіла людини та системи тіл; контролювати хід навчання різним видам рівноваги; проводити тестування стану спортсменів; визначати адаптацію до тренувальних навантажень; здійснювати професійний відбір найбільш придатних індивідуумів [7].

Суть методів стабілографічних досліджень зводиться до оцінювання біомеханічних показників людини в процесі підтримки нею вертикального положення тіла. Зберігання рівноваги людиною – є динамічним феноменом, який вимагає безперервного руху тіла, є результатом взаємодії вестибулярного апарату і зорового аналізатора, суглобно-м'язової пропріорецепції, центральної і периферичної нервової системи.

Висновки. Стосовно проблеми налагодження виробництва раціонального взуття для скейтбордингу в Україні – стабілографічні дослідження дають можливість встановити взаємозв'язок окремих складових частин і найважливіших характеристик системи "стопа – взуття – скейтборд"; ці дані необхідні для вдосконалення виробництва вже існуючого взуття для скейтбордингу та розроблення нових його конструкцій, у яких будуть враховані результати проведених досліджень.

Перспективи подальших досліджень. Опіраючись на реальні успіхи, методика стабілографії поступово набуває актуальності у вимірюванні та оцінюванні статодинамічної стійкості тіла саме у тих видах спорту, де уміння зберігати рівновагу визначає спортивний результат: спортивна і художня гімнастика, фігурне катання на ковзанах, біатлон, акробатика, стрибки у воду, стрибки на батуті, фрістайл, скейтбординг, боротьба та ін.

Використані джерела

1. Що таке взуття для скейтбордингу? [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://www.wisegeek.com/what-are-skate-shoes.htm>.
2. Гапоненко А. Шева – в бутсах и здоров! / А. Гапоненко – Футбол. № 71 (945). – 5-7 сентября 2011. – 26 с.
3. Бернштейн Н. А. Исследования по биодинамике ходьбы, бега, прыжка [Текст] / Н. А. Бернштейн. – М.: Физкультура и спорт, 1940.
4. Вацеба О. М. Історія фізичної культури та спорту в тематиці дисертаційних досліджень: Показчик авторефератів дисертацій з історії фізичної культури і спорту / укл. О. Вацеба. – Л.: Українські технології, 2003. – 52 с.
5. Біомеханіка спорту / За заг. ред. А. М. Лапутіна. – К.: Олімпійська література, 2001. – 319 с.
6. Бернштейн Н. А. Равновесие тела // БМЭ. – М., 1934. – С. 28-148.
7. Дубровский В. И. Биомеханика. [Текст] / В. И. Дубровский, В. Н. Федорова. – М.: ВЛАДОС, 2003. – 488 с.
8. Общие сведения о стопе и обуви. Что такое стопа и для чего нужна обувь с позиции врача-ортопеда? [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://v-ugniyenko.narod.ru>

Polovnikov I., Popovich N., Tolochnyy V.

BIOMECHANICAL CHARACTERISTICS AND STABILOGRAPHIC TESTING ATHLETIC SHOES FOR SKATEBOARDING

Biomechanical rational movements and postures often determine the outcome of any human activity and is therefore subject to a detailed study of certain professional fields. Even in the last century Hungarian physician Romberg introduced into clinical practice of monitoring the vertical position of the body and developed techniques assessing the degree of fluctuation of the body and limbs trymira.

Key words: biomechanics, foot, sport shoes, stabilography.

Стаття надійшла до редакції 21.09.2011