

Аналіз впливу біомеханічних засобів прямої дії на технічну майстерність спортсменів

*Буховець Божена Олегівна¹, Ричок Тетяна Миколаївна²,
Прокоф'єва Лілія Анатоліївна³, Гордієнко Дмитро Володимирович⁴,
Діскаленко Сергій Іванович⁵*

Опубліковано	Секція	УДК
30.06.2025	Освіта/Педагогіка	37.037

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.15780649>

Анотація. Біомеханічний аналіз фізичних вправ у фізичній культурі та спорті є надійним засобом для синтезу складних та енерговитратних вправ, можуть застосовуватись різні підходи. Метою статті -було провести біокінематичний порівняльний аналіз техніки бігу спортсменів. У ході досліджень встановлені відмінності у темпоритмові структурі досліджуваної локомоції. Запропонований спосіб оцінки техніки бар'єрного бігу на основі матеріалів відеозйомки дозволив встановити певні недоліки в техніці бігу спортсменів.

Ключові слова: технічна майстерність, біомеханічний аналіз, спортсмени, моделювання рухів, математична статика, обробка результатів, регресія, фізична культура

Analysis of the influence of biomechanical means of direct action on the technical skills of athletes

Annotation. Biomechanical analysis of physical exercises in physical culture and sports is a reliable means for the synthesis of complex and energy-consuming exercises, various approaches can be used. To improve competitive programs, the basis for the synthesis of sports movements can be pedagogical observations and mechanical and mathematical modeling of athletes and their motor actions with the transfer of the organization of research from sports grounds to the field of computer technologies.

The purpose of the article is to conduct a biokinematic comparative analysis of the running technique of athletes.

¹ кандидат наук з фізичного виховання і спорту, викладач кафедри гімнастики та фізкультурно-спортивних технологій ДЗ Південноукраїнський національний педагогічний університет ім. К. Д. Ушинського ORCID ID: 0000-0003-2386-3995

² кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент кафедри кінезіології та фізкультурно-спортивної реабілітації Національний університет фізичного виховання і спорту України, ORCID ID: 0000-0003-1280-7058

³ кандидат педагогічних наук, доцент кафедри спортивних ігор і менеджменту фізичної культури ORCID ID: 0000-0002-7293-0958

⁴ старший викладач кафедри кіберпсихології та реабілітації Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку ORCID ID: 0009-0004-0172-7583

⁵ викладач Відокремленого структурного підрозділу "Фаховий коледж вимірювань Державного університету інтелектуальних технологій і зв'язку" ORCID ID: 0009-0004-0172-7583

During the research, differences were established in the tempo-rhythmic structure of the studied locomotion. The increase in the duration of the two-support push-off and free phases, as well as the change in the tempo-rhythmic structure along a straight line, is explained, first of all, by the increased amplitude of movement of the lower extremities. When studying the kinematic characteristics, it was found that most of the technically important indicators in athletes, during training, met the requirements of the hurdle running technique.

The proposed method of assessing the hurdle running technique based on video materials allowed us to establish certain shortcomings in the running technique of athletes. Based on the data obtained, the athletes were offered a training program aimed at eliminating the identified deficiencies.

Key words: technical skill, biomechanical analysis, athletes, movement modeling, mathematical statics, results processing, regression, physical culture.

Вступ

Технології біомеханіки надають можливість фахівцям реалізовувати аналіз закономірностей тренувального процесу в контексті сучасного розвитку спорту для прогнозування його майбутніх тенденції та перспектив.

Біомеханічний аналіз фізичних вправ у фізичній культурі та спорті є надійним засобом для синтезу складних та енерговитратних вправ, можуть застосовуватись різні підходи. Для вдосконалення змагальних програм основою синтезу спортивних рухів можуть бути педагогічні спостереження та механіко-математичне моделювання спортсменів і їхніх рухових дій із перенесенням організації досліджень зі спортивних майданчиків у область комп'ютерних технологій.

Науковці приділяють значну увагу й педагогічному спостереженню, що реалізовується в процесі взаємодії тренера зі спортсменом. При застосуванні такого підходу необхідний великий обсяг спостережень для узагальнення висновків, що у подальшому стає можливим застосовувати при побудові тренувального процесу. Для вирішення цього питання науковці виділяють механіко-математичне моделювання.

Однак, за даними наукових досліджень, механіко-математичне моделювання для вирішення проблем підвищення майстерності виконання спортивних вправ хоча і наділене певними недоліками, наприклад: не дозволяє враховувати всі морфологічні особливості організму. Однак при такому підході, за допомогою комп'ютерного моделювання рухових дій можливо дослідити кількісний вплив антропометричних параметрів тіла спортсменів та їхніх рухових дій на ефективність виконання фізичних вправ.

Завдяки педагогічному спостереженню стає можливим побудувати основи біомеханіки спортивної діяльності, а механіко-математичне моделювання закладає базис кількісній біомеханіці. Оцінка технічного рівня бігунів зазвичай пов'язується з низкою біомеханічних показників, визначення яких потребує наявності специфічного обладнання. Ця вимога хоч і підвищує якість отримання біомеханічної інформації, але значно ускладнює проведення таких досліджень.

Науковці виділяють кілька основних напрямів підвищення працездатності спортсменів у тренувальному процесі. На думку вчених, при раціональному застосуванні знань, щодо раціонального використання законів: біохімії, фізіології, фізики, механіки, а також досягнення різних інженерних наук можливо досягти успіху в навчально-тренувальному та змагальному процесах в будь-яких видах спорту, не виключенням є і циклічні [7].

Водночас дослідники зазначають, що одним з найбільш перспективних напрямків є застосування у практиці спорту спеціальних біомеханічних ергогенних засобів, які в свою чергу підрозділені на напрямки прямої та відставленої дій. Найчастіше їх

використання супроводжується внесенням корекцій у техніку рухових дій, що викликає в цьому відношенні значні складності у спортсменів різної класифікації.

Як показав аналіз останніх наукових досліджень, що висвітлені в публікаціях вітчизняних та закордонних видань, увага сучасних дослідників приділена методам навчання рухових процесів людини на основі імітаційного біомеханічного моделювання [1]. Запропоновані, авторами, сучасні шляхи вдосконалення техніки рухових дій за допомогою ефективного використання механічної енергії пружної деформації м'язів та сухожилля, необхідні в будь яких видах спорту [9], наприклад, у циклічних для досліджено тактику бігу (легка атлетика) [6] та інші. У той же час, у досліджуваних літературних джерелах, проблема впливу біомеханічних ергогенних засобів прямої дії на техніку бігу не знайшла свого належного висвітлення.

Таким чином, вищевикладені положення зумовили вибір даного напрямку досліджень. Мета статті - провести біокінематичний порівняльний аналіз техніки бігу спортсменів.

Завдання статті: 1. Аналіз даних спеціалізованої науково-методичної літератури з обраної теми дослідження; 2. Дослідження біомеханічного аналізу засобів прямої дії на технічну майстерність спортсменів.

Методи статті : узагальнення даних спеціальної науково-методичної літератури та досвіду передової практики; педагогічні спостереження, біомеханічний відеокомп'ютерний аналіз, методи математичної статистики.

Дане дослідження проводилося у період з 2024 – 2025 рр., в експерименті взяло участь 8 спортсменів. Проведення відеозйомки відповідало всім біомеханічним вимогам. Для отримання достовірної інформації щодо кінематичної структури техніки бігу по прямій задавалася швидкість пересування 11 м·с⁻¹.

Визначення біомеханічних показників здійснювалося за результатами відеозйомки бігу на 110 м із бар'єрами під час тренування. Результат подолання дистанції під час зйомки становив 15.1 с. Відеозйомка проводилася за загальноприйнятою методикою: камера встановлювалася на висоті 1 м, на відстані 15 м від лінії руху спортсмена. Отримані відеоматеріали були перекладені у цифровий формат та оброблені, внаслідок чого було отримано кінограму лінійного руху, якою визначалися кінематичні характеристики бар'єрного бігу. За отриманою кінограмою визначалися і оцінювали дві групи основних кінематичних характеристик техніки бар'єрного бігу: просторові та тимчасові. З просторових характеристик визначалися відстань від місця відштовхування до бар'єру, відстань від бар'єру до місця приземлення, довжина «бар'єрного кроку», кут нахилу тулуба, кут розгинання. З часових характеристик визначалися: час подолання бар'єру, час подолання міжбар'єрної відстані, час виконання першого, другого, третього бігових кроків.

Наукове дослідження було виконано з дотриманням основних наукових положень та «Правил етичних принципів проведення наукових досліджень за участю людини», що затверджені Гельсінською декларацією (1964–2013 рр.)²

Результати

Швидкісний біг складається з таких самостійних біомеханічних структур, як стартове положення, стартовий розбіг, біг прямою і поворотом. У свою чергу цикл подвійного кроку бігу по прямій складається з наступних фаз: вільного, одноопорного та двохопорного підштовхувань.

Результати, отримані при фазовому аналізі, свідчать про те, що у спортсменів загальна тривалість циклу подвійного кроку при бігу по прямій збільшилася в середньому на 0,48 с. Так, тривалість фази вільного бігу вони 0,38 с, фази одноопорного відштовхування 0,30 с, а фази двохопорного відштовхування 0,20с.

У ході досліджень встановлені відмінності у темпоритмові структурі досліджуваної локомоції. Збільшення тривалості фаз двохопного відштовхування та вільного, а також зміна темпоритмові структури по прямій, пояснюється, насамперед, збільшеною амплітудою руху нижніх кінцівок. При вивченні кінематичних характеристик виявлено, що більшість технічно важливих показників у спортсменів, в ході тренування, відповідали вимогам техніки бігу з бар'єрами.

Так, величини відстані від місця відштовхування до бар'єру (192 см), кут нахилу тулуба (74°). Відстань від бар'єру до місця приземлення (123 см) та довжина бар'єрного кроку (315 см) були меншими порівняно з технічними вимогами. Причиною може бути низький темп рухів між бар'єрами.

На підставі отриманих результатів, спортсменам були зроблені наступні рекомендації: при відпрацюванні техніки бар'єрного бігу збільшити відстань від бар'єру до місця приземлення і водночас довжину бар'єрного кроку; у тренувальному процесі більше уваги приділяти розвитку швидкісних якостей, націлити спортсменам, що направлена на покращення результату у бігу. В ході дослідження було виявлено, що підготовка спортсменів є складним та багатофакторним процесом, що включає в себе технічну, тактичну, фізичну та теоретичну підготовки.

Особливу увагу необхідно приділяти психологічній підтримці в тренувальному процесі. У той же час більшість фахівців в галузі фізичної культури та спорту, відзначають пріоритетну значимість техніко-тактичної підготовки, оскільки кінцевий результат, на їхню думку, багато в чому залежить від ефективності виконання рухової дії. Однак, на техніку виконуваної рухової дії впливає значна кількість супутніх факторів, одним з яких є застосування в практиці спорту біомеханічних ергогенних засобів прямої дії.

У сучасній практиці спортивної підготовки, формування технічної майстерності здійснюється без урахування кількісних даних, що характеризують біомеханічну структуру бігу, про що свідчить відсутність у спеціальній літературі таких властивостей техніки.

Отримані дані в результаті біомеханічного аналізу структури техніки бігу дозволять ефективно вирішувати проблеми пов'язані з більш повноцінним використанням можливостей інноваційної моделі його практичної реалізації для покращення техніки виконання циклічних рухів..

В результаті проведених досліджень встановлено, що застосування нової моделі бігу впливає на просторову та тимчасову структуру спортсменів, про що свідчать збільшення тривалості фази двохопного відштовхування. Таким чином, тривалість циклу подвійного кроку збільшилася з 1,28 с до 1,76 с.

Встановлено, що впровадження у спортивну практику прогресивної моделі техніки бігу спричинило собою зміни темпоритмової структури, що пояснюється збільшенням тривалості окремих фаз. У свою чергу, зміна тривалості фаз пов'язана зі збільшенням амплітуди рухів нижніх кінцівок.

Надалі планується досліджувати просторово-часову структуру техніки бігу спортсменів і на підставі отриманих результатів, розробити рекомендацій, спрямованих на корекцію технічних дій на новій моделі техніки.

Висновки

Теоретичну та практичні бази техніко-тактичної підготовки спортсменів становлять фундаментальні положення біомеханіки, як науки.

Запропонований спосіб оцінки техніки бар'єрного бігу на основі матеріалів відеозйомки дозволив встановити певні недоліки в техніці бігу спортсменів. На підставі отриманих даних спортсменам було запропоновано програму тренувань, спрямовану на усунення виявлених недоліків. Необхідно зауважити, що біомеханічний аналіз є основою

для оцінки ефективності тих чи інших варіантів техніки виконання спортивних рухів та розробки рекомендацій щодо їх формування та вдосконалення. Зважаючи на вище згадане, біомеханічні методи в практичній діяльності застосовуються обмежено.

Для початку спортсменам необхідно опанувати новий рух і лише у подальшому він аналізується з точки зору біомеханіки. Це засвідчує, те що у фізичній культурі та спорті, біомеханіку, як науку використовують обмежено. У зв'язку з цим постає необхідність в розробці сучасного підходу у галузі теорії та практики побудови рухів.

У такому випадку, крім констатуючої функції, біомеханічне дослідження виконуватиме і функцію прогнозу техніки виконання вправ у ряді видів спорту, що дасть позитивні результати у будь якому виді спорту. Відповідно до вищесказаного, підвищення ефективність тренувального процесу передбачає використання нових інформаційних технологій.

Список використаних джерел

1. Бейгул, І., Бейгул, О., Лисяк, Д. біомеханічні аспекти виконання виведення спортсмена з рівноваги у боротьбі дзюдо. Науковий часопис Українського державного університету імені Михайла Драгоманова. 2025. Серія 15, № 2 (187). С. 32-35. [https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2025.02\(187\).06](https://doi.org/10.31392/UDU-nc.series15.2025.02(187).06)
2. Буховець Б. О., Погорелова О. О., Литвиненко Ю. В., Прокоф'єва Л. А., Дишель Г. О. Біомеханічний аналіз регуляції просторової організації тіла гімнастів. Академічні візії. 2025. №40. С. 1-6. <https://doi.org/10.5281/zenodo.15163836>
3. Гамалій В. Біомеханічні аспекти раціоналізації процесу навчання рухів у процесі технічної підготовки спортсменів. Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2020. № 2. С. 36–41 <https://doi.org/10.32652/tmfvs.2020.2.36-4>
4. Іванова Г. Є., Скворцов Д. В., Клімов Л. В. Оцінка постуральної функції у клінічній практиці. Вісник відновлювальної медицини. 2014. № 1. С. 19—25.
5. Сергієнко ЛП. Спортивна генетика. Богдан, 2014. 914 с.
6. Ананченко К. В., Хацаюк О. В., Загура Ф. І., Огньова Л. Ю. Вдосконалення техніко-тактичної підготовленості дзюдоїстів 17-18 років. Єдиноборства. 2020. № 2. С. 4-13.
7. Ячнюк М. Ю. Біомеханіка рухових дій: навч.-метод. посіб. Чернівці: Чернівець. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича. 2023. 172 с.
8. Liu L., Deguchi T., Shiokawa M., Hamaguchi K., Shinya, M. A kinetic analysis of the judo osoto-gari technique: relationship to sweeping leg velocity. Sports Biomechanics. 2022. №7. P. 1-17. <https://doi: 10.1080/14763141.2022.2125432>
9. Hrysomallis C. Relationship between Balance Ability, Training and Sports Injury Risk. Sports Med. 2007. № 37 (6). P. 547–556
10. Sacripanti A. Biomechanical revision of the principles of Dr. Jigorō Kano's jūdō kōdōkan. Medicina dello Sport. 2012. № 65(2). P. 265-81.