

УДК 612.76

Олександр Червінко,
Юрій Горго

Біомеханічні особливості побудови фізичних навантажень

Національний технічний університет України «КПІ» (м. Київ)

Постановка наукової проблеми та її значення. Біомеханіка належить до найбільш значущих наук ХХІ ст. Це галузь природничих наук, яка на основі ідей та методів механіки вивчає фізичні якості біологічних об'єктів, закономірність їх адаптації до навколишнього середовища, поведінку й механічні рухи на всіх рівнях організації та в різних станах. У сучасній біомеханіці найважливішими напрямками наукових досліджень є вивчення механіки опорно-рухового апарату людини й тварин; механіки якості та структури клітин, рідин, тканин, окремих органів і систем; фізичних основ, механізмів та виявлень управління в біологічних системах; вивчення рухової діяльності операторів «людино-машинних» систем, щоб раціоналізувати її, оптимізувати й підвищити ефективність, а також розробка технологій і засобів для дослідження якостей та явищ у живих системах для спрямованого впливу на них і їх захисту від впливу зовнішніх чинників; розробка моделей ефективного виконання людиною складних рухових завдань у різній трудовій (професійній), військовій практиці, у мистецтві, фізичному вихованні та спорті; розробка методик і технологій ефективного навчання людини рухів та різних способів розв'язання складних рухових завдань; розробка технічних засобів (тренажерів) й іншого спорядження, призначеного для відновлення тимчасово втрачених функцій. Великого розвитку набула біомеханіка у фізичній культурі та спорті, де більш наочно виявляються й найгостріше випробовуються рухові можливості людини.

Завдання статті – охарактеризувати біомеханіку як науку та вказати сфери її застосування; проаналізувати біомеханічні основи побудови фізичних вправ і з'ясувати значення біометричних вимірів; подати загальну характеристику апаратних комплексів та вимірювальних систем, що використовуються в біомеханіці.

Методи дослідження – метод аналізу та узагальнення літературних джерел.

Виклад основного матеріалу й обґрунтування отриманих результатів дослідження. Основними засобами фізичного виховання є фізичні вправи, методика розробки яких на сьогодні потребує детальнішого висвітлення. Педагогів цікавлять ті відмінні особливості фізичних вправ, які в сукупності й виявляють їхню специфіку як засобів фізичного виховання. При цьому велике значення має розгляд фізичної вправи в єдності з тими умовами, які насамперед визначають їх закономірності.

Однією з найважливіших функцій організму людини вважається рухова функція, тобто різні зміни в організмі, його внутрішні й зовнішні взаємодії, а також зміна його стану. Механічним рухом людини можна вважати зміну положення її тіла відносно інших тіл.

Кожна людина наділена цілком конкретним комплексом рухових можливостей. Вони залежать від віку, статі, способу життя. Оволодіння тими чи іншими руховими можливостями не гарантує людині їх безумовну реалізацію. У процесі фізичного виховання ставляться відповідні рухові завдання, які обов'язково повинні бути виконані, оскільки лише так можна досягти відповідних цілей занять.

Фізичні вправи можна охарактеризувати як комплекс рухових дій, спрямованих на розв'язання відповідних завдань фізичного виховання, виконаних при суворій рекомендації біомеханічних характеристик рухів, зовнішніх умов і стану організму людини [6]. Оскільки кожна окрема фізична вправа в процесі може розв'язувати тільки відносно вузькі завдання, то за різних умов її можна включити до складу відповідного комплексу аналогічних вправ. Комплекс фізичних вправ, як і кожна окремо взята фізична вправа, повинен мати чітко виявлену цільову спрямованість, узгоджену з руховими можливостями, вимогами й періодом навчально-тренувального процесу.

Під цілеспрямованістю розуміємо такий стан функцій системи, який дає їй змогу відповідно забезпечувати постійність своєї структури й водночас здійснювати вибір поведінки щодо об'єктів середовища. Тому цілеспрямованість системи не може бути забезпечена без реалізації постулату вибору. Вибір поведінки системи справ програмується за його розробкою, яка ґрунтується на попередньо вивчених особливостях поведінки різноманітних підсистем організму спортсмена у відповідь на

взаємодію з фізико-механічними факторами середовища. Саме завдяки цьому вони завжди цілеспрямовано впливають на ті чи інші елементи морфологічної структури та фізіологічної функції організму.

Біомеханічна структура системи кожної фізичної вправи є своєрідним стрижнем, на якому ґрунтується й розвивається решта його структурних елементів. Структура – це не тільки побудова та форма організації тієї чи іншої системи [7]. Це закономірність взаємозв'язку між елементами, які забезпечують їх інтеграцію в єдине ціле – систему. Основним елементом кожної фізичної вправи є елементарний вільний суглобний рух, або ж елементарний рух усього тіла людини, виконаний у відповідний момент відносно зовнішніх систем відліку під дією системи сил. Той чи інший рух тільки тоді можна вважати відомим, якщо відомі його біокінематичні та біодинамічні (інерційні, силові, енергетичні) характеристики. Отже, можна зазначити, що для описування елементів біомеханічної структури фізичної вправи слід користуватися біокінематичними та біодинамічними характеристиками. Тобто біомеханічна структура вправ – закономірність зв'язків між елементарними суглобними рухами людини й рухом центру маси його тіла відносно об'єктів зовнішнього середовища при виконанні тих чи інших рухових дій, необхідних для виконання поставлених рухових завдань.

У зв'язку з ускладненням завдань фізичного виховання спеціалісти все частіше звертаються до методів комп'ютерного програмування та моделювання рухів людини й фізичних вправ. На сучасному рівні знань не існує абсолютно повного, усебічного та водночас об'єктивного варіанта опису біомеханічної структури фізичної вправи. Це пояснюється його надмірною складністю й багатомірністю, однак не виключає того, що існують якісь принципово нерозв'язані обмеження в його пізнанні. Таке становище пояснюється темпом науково-технічного перетворення й розвитком обумовленої методології пізнання, темпами вдосконалення біомеханічних методів дослідження рухів людини.

На початковому етапі пізнання рухів людини переважали геометричні уявлення про рухи. Винахід фотографії та кінозйомки внесли в оцінку рухів елементи кінематики (час, швидкість, прискорювання). У цей період складались уявлення про фазову структуру рухів [2]. Спеціалісти могли спостерігати безпосередньо на кіноекрані чи на кінограмі фазову послідовність розвороту чи змінюваності в часі елементів кожної системи рухів [1]. Таке уявлення здавалось абсолютно об'єктивним, незважаючи на подальші успіхи біомеханіки, вони на довгий час укоренилися в практиці фізичного виховання й існують серед багатьох спеціалістів і до сьогодні. Це пояснюється обумовленою інертністю мислення й також ще порівняно малою доступністю широкої практики сучасних біомеханічних методів дослідження.

Простежено також випадки, коли спеціалісти одержують достатній об'єм інформації про елементи біомеханічної структури, проте традиційних уявлень про фазовий склад як основний фактор інтеграції елементів не мають і не можуть об'єктивно оцінити фізичну вправу як біомеханічну систему – засіб педагогічної та фізичної взаємодії на організм людини.

Успіхи в розвитку методів біомеханічного аналізу фізичних вправ, використання апаратних інструментальних комплексів ЕОМ дають змогу одночасно реєструвати значну кількість не тільки біокінематичних, але й біодинамічних характеристик. Серед сучасних досліджень розкрито об'єктивні закономірності взаємозв'язку різних характеристик у системі кожної вправи [8]. Це стимулювало розвиток методів біомеханічного моделювання рухів людини, моделювання фізичних вправ [3]. Сукупність фізичних вправ, що дають змогу виконувати важливі рухові завдання в кожному конкретному виді спорту, спеціалісти об'єднують у специфічне поняття, характерне для сучасного розвитку фізичного виховання – спортивну техніку.

Техніка спортивних вправ – складне, збірне найменування різноманітних за своєю біомеханічною структурою, рухових дій, цілі яких орієнтовані на досягнення високих спортивних результатів [5]. Фізичні вправи – основний предмет пізнання та освоєння в навчально-тренувальному процесі й характеризуються змістовною та процесуальною сторонами діяльності. До змісту діяльності входять цілі, функції, орієнтація, дидактичні принципи, методи, характеристики моторики майбутніх спортсменів. Процесуальна сторона включає організаційне керівництво, види роботи, засоби, форми діяльності, ефективність процесу.

Багато важливих закономірностей уже відомі спеціалістам, інші перебувають у стадії дослідження. Проте вже сьогодні можна перерахувати деякі з них: усвідомлення широкими народними масами необхідності досягнення рівня фізичного розвитку; усебічне зростання ролі спеціально організованого педагогічного процесу фізичного виховання на кожному етапі розвитку фізичної культури людства; підсилення зв'язку педагогічної діяльності тренера з виконанням основних прак-

тичних завдань виховання гармонійно розвинених членів суспільства; необхідність більш повного дослідження логіки процесу фізичного виховання з логікою соціального й біологічного розвитку людини як об'єкта педагогічного управління.

Самостійним науковим напрямом, який склався на кінець XIX ст. і досяг видатних результатів, є біометрія, що вивчає планування та обробку результатів комплексних експериментів та спостережень за біологічними об'єктами. Нині біометрія – це наука про закони (засоби) фізичного вимірювання живих об'єктів (людини) і про способи обробки результатів цього вимірювання. До основних завдань біометрії під час вивчення рухів як частини загальної біометрії можна віднести створення передумов дослідження та розробки законів, керуючись котрими, можна вимірювати рухи й інші параметри організму людини; створення методів вимірювання; отримання об'єктивної інформації для її застосування в практиці біомеханічного аналізу. Виходячи з цього, можна розглядати три основні частини біометрії: теорію вимірювань, методи вимірювань, методи обробки результатів вимірювань. Мета вимірювання в біомеханіці – отримання кількісної та якісної інформації про фізичні (механічні) властивості організму людини й про окремі його елементи, про її рухи та рухові дії.

Об'єкт вимірювання в біомеханіці – людина як біологічна система, її руховий апарат, внутрішні та зовнішні фізичні взаємодії організму людини за різних умов її життєдіяльності [8].

У біомеханіці, окрім точності і єдності вимірювання фізичних величин, вимірюванню підлягають також біологічні, психологічні, педагогічні, соціальні показники, що характеризують рухову діяльність людини [9]. Для цього розроблено спеціальні методи й засоби вимірювань, результати котрих можуть об'єктивно характеризувати ступінь підготовленості людини до розв'язання певних рухових завдань.

Управління процесом професійної рухової підготовки людини включає збір інформації про її організм, про середовище, у якому вона живе, здійснює рухи; аналіз отриманої інформації; прийняття рішень про стратегію її рухової підготовки, складання програм і планів підготовки, їх реалізацію; контроль та внесення необхідних корекцій у документи планування й складання перспективних програм та планів. Мета управління системами рухів людини – це переведення їх у ході професійної підготовки в такий стан, при якому результат рухової діяльності покращується.

На певних етапах рухової підготовки перед спортсменами можуть постати й більш локальні завдання, а саме: підвищення техніко-тактичної майстерності, рівня виявлення вольових і рухових якостей, переведення організму з одного функціонального стану в інший, що здійснюється за допомогою спеціальних тренувальних впливів [4]. У професійній руховій підготовці до них слід віднести застосування різних засобів, наприклад фізичних вправ, а також використання різних інших чинників та впливів. Ефективність управління процесом рухової підготовки визначається ще й тим, наскільки реальні зміни рухів спортсмена відповідають запланованим і дають змогу розв'язувати поставлені рухові завдання.

Висновки й перспективи подальших досліджень. У результаті проведеного аналізу матеріалу видно, що завдання біомеханіки – застосування результатів подібних досліджень для подальшого розвитку біології, фізики (механіки), професійної рухової дидактики, ергономіки, психомоторики, медицини, фізичної культури та спорту. Біомеханіка використовується для медичної діагностики, створення замінників тканин й органів, для розробки методів та засобів (у тому числі тренажерів), призначених для виконання людиною складних рухових завдань, а також методів впливу на процеси в живих об'єктах, для створення методів аналізу й корекції природних, професійних (трудових) та спортивних рухів, для пізнання рухових можливостей людини й забезпечення оптимальних умов ефективного функціонування «людино-машинних» систем під час розробки методів захисту людини від несприятливих впливів механічних чинників зовнішнього середовища в процесі роботи в екстремальних умовах.

Біомеханічна структура системи кожної фізичної вправи – це своєрідний стрижень, на якому ґрунтується й розвивається решта його структурних елементів. Закони фізичного вимірювання живих об'єктів та способи обробки результатів є основою біометрії як науки.

Джерела та література

1. Агашин Ф. К. Биомеханика ударных движений / Ф. К. Агашин. – М. : Физкультура и спорт, 1977. – С. 188–190.
2. Бернштейн Н. А. О построении движений / Н. А. Бернштейн. – М. : Медиздат, 1947. – 436 с.
3. Биомеханика физических упражнений / под общ. ред. Е. А. Котиковой. – М. : Физкультура и спорт, 1939. – С.47–138.
4. Біомеханіка спорту / за заг. ред. А. М. Лапутіна. – К. : Олімп. л-ра, 2005. – 320 с.

5. Донской Д. Д. Биомеханика с основами спортивной техники / Д. Д. Донской. – М. : Физкультура и спорт, 1971. – С.12–18, 159–161.
6. Иванов В. В. Комплексный контроль в подготовке спортсменов / В. В. Иванов. – М. : Физкультура и спорт, 1987.
7. Жуков Е. К. Биомеханика физических упражнений / Е. К. Жуков, Е. Г. Котельникова, Д. А. Семенов. – М. : Физкультура и спорт, 1963.
8. Зацюрский В. М. Биомеханические основы выносливости / В. М. Зацюрский [и др.]. – М. : Физкультура и спорт, 1982.
9. Иваницкий М. Ф. Движения человеческого тела / М. Ф. Иваницкий. – М. : Физкультура и спорт, 1938. – С. 13–48.

Анотації

Біомеханічні технології дають змогу спеціалістам аналізувати та прогнозувати фундаментальні закономірності процесу розвитку сучасного спорту, його майбутні тенденції та перспективи. Фахівці в галузі біомеханіки працюють над пошуком нових резервів для досягнення більш високих результатів у спорті. На основі знань біомеханіки рухових дій організму людини можна проводити контроль та коригування фізичних навантажень під час тривалих тренувань.

Ключові слова: біомеханіка, рух, фізичні вправи, біомеханічна структура, фізичні навантаження, об'єкт вимірювання.

Александр Червинко, Юрий Горго. Биомеханические особенности построения физических нагрузок.

Биомеханические технологии позволяют специалистам анализировать и прогнозировать фундаментальные закономерности процесса развития современного спорта, его будущие тенденции и перспективы. Специалисты в области биомеханики работают над поиском новых резервов для достижения более высоких результатов в спорте. На основе знаний биомеханики двигательных действий организма человека можно проводить контроль и корректировку физических нагрузок во время длительных тренировок.

Ключевые слова: биомеханика, движение, физические упражнения, биомеханическая структура, физические нагрузки, объект измерения.

Oleksandr Chervinko, Yuriy Horho. Biomechanical Peculiarities of Physical Loads Formation. *Biomechanical technologies enable experts to analyze and forecast the fundamental laws of a modern sport development, its future trends and prospects. Experts in the field of biomechanics are working on finding new reserves for achievement of better results in sport. On the basis of the knowledges of motor actions biomechanics of human body, it is possible to carry out the control and adjustment of physical activity during long workouts.*

Key words: biomechanics, movement, physical exercises, biomechanical structure, physical activity, object of measurement.