

## БІОМЕХАНІЧНІ ЗАСАДИ МОДЕЛЮВАННЯ ТІЛА ЛЮДИНИ

Олег Рибак, Людмила Рибак, Олег Пришляк

*Львівський державний університет фізичної культури,  
м. Львів, Україна*

Рухи неживих механізмів і рухові дії живих систем істотно відрізняються – це слід ураховувати під час моделюванні людського тіла. Хоча кінцевою метою фізичних вправ є звичайний механічний рух, він реалізується завдяки вищим формам руху матерії: хімічній, біологічній і соціальній.

Більшість явищ у живих системах не можна вважали наслідком прямої дії законів класичної механіки (такий підхід називають механіцизмом), бо ці явища є результатами взаємодії елементів багаторівневих складних самокерованих та автономних систем.

Аналогічність між руховою діяльністю людини і тварин спостерігається лише на біологічному рівні, оскільки рухові дії тварин рефлекторні, а рухова діяльність людини – цілеспрямована, усвідомлена та довільна. Живі системи є самокерованими та автономними. Під дією зовнішніх і внутрішніх впливів жива система сама керує своїми діями, що не притаманне неживим механізмам. Рух окремих частин тіла поєднаний керівною дією з боку ЦНС в цілісні рухові акти – системи рухів. Кожен рух виконує свою роль у цілісності дії, так чи інакше відповідає її меті. Для виконання конкретних рухових завдань людина спочатку свідомо ставить перед собою мету, обирає оптимальний варіант поведінки, а вже потім розпочинається керування потрібними функціональними м'язовими групами. Видима нам зовнішня картина рухів людини є лише наслідком дуже складної керівної функції нервової системи. У зв'язку з цим, біомеханіка вивчає не «рухи», а «рухові дії», або «рухотворчі дії», коли людина втрачає цілеспрямованість своїх рухових дій, їх усвідомлення та довільність, це призводить до її неповноцінності як члена суспільства [1].

Згідно з твердженням одного з основоположників біомеханіки М. О. Бернштейна, людина будує свої рухи, не копіюючи якусь модель,

а доцільно пристосовується до постійних змін зовнішнього і внутрішнього середовища. Водночас рухова дія – це не ланцюжок деталей, а складна структура, яку ми вивчаємо, умовно розділяючи на окремі, системно пов'язані компоненти. Свідоме керування руховими діями за певними алгоритмами з урахуванням специфіки біологічних закономірностей людини забезпечує їхню високу ефективність у різних умовах виконання [2].

Будь-які механічні переміщення тіла людини в просторі й часі завжди неодмінно пов'язані з додатковими енерговитратами для переміщення частин тіла (їх підніманням та опусканням, розгоном і гальмуванням у певних режимах, викликаних необхідністю реалізації потрібної зовнішньої картини рухів). На відміну від неживих механізмів, тут неможливий повний взаємний перехід енергії від однієї форми до іншої, від одних частин тіла до інших чи акумулювання механічної енергії для її подальшого використання (наприклад, у розтягнутих послідовних пружних компонентах м'яза та ін.). Кожну частину тіла приводять у рух власні рушії – м'язи, поведінка яких синхронізована і поєднана на ієрархічно вищих рівнях організації матерії (наприклад, спільність систем кровообігу, нервової системи, виконання окремих рухів у суглобах в ансамблі з рухами інших частин тіла завдяки міжм'язовій координації для досягнення спільної мети рухової дії тощо) [3].

Виконання м'язами людини статичної роботи з утримання пози, збереження рівноваги та ін., що часто пов'язане з важкими умовами їхнього скорочення без періодів розслаблення, з позицій класичної механіки дорівнює нулю, а в біомеханіці оцінюється за імпульсами прикладених сил.

Людина, виконуючи тривалу механічну роботу, пов'язану з втотою певних функціональних м'язових груп та всього організму, обирає нерациональний (з позицій механіки) режим збільшення загальних енерговитрат, щоб знизити навантаження на основні м'язові групи, – це дає змогу зберегти їхню належну працездатність до кінця виконання рухового завдання [4].

Основні закони класичної механіки (механіки Ньютона) описують рух абсолютно твердих тіл, які не деформуються. У живих системах постійно змінюється відносне розташування їхніх частин. Самі частини тіла живих систем також явно деформуються. У зв'язку з цим, вивча-

ючи рух живої системи, також ураховують роботу м'язів (наприклад, завдяки гнучкості хребта або грудної клітки), необхідну для деформації окремих частин тіла, яка завжди супроводжується витратами енергії, її розсіюванням. Отож вводиться поняття «живої маси», адже рухаються не тверді тіла, а складні утворення з кісткових елементів, м'яких тканин, внутрішніх органів, рідин, газів та ін.

Спрощене моделювання живих систем, а особливо людського тіла, може призвести до хибних результатів.

### Список використаних джерел

1. Зациорский В. М. Биомеханика двигательного аппарата человека / В. М. Зациорский, А. С. Аруин, В. Н. Селуянов; под общ. ред. проф. В. М. Зациорского. – Москва : Физкультура и спорт, 1981. – 140 с
2. Бернштейн Н. А. О ловкости и ее развитии / Н. А. Бернштейн. – Москва : Физкультура и спорт, 1991. – 288 с. – ISBN 5-278-00339-1.
3. Зациорский В. М. Биомеханические основы выносливости / В. М. Зациорский, С. Ю. Алешинский, Н. А. Якунин. – Москва : Физкультура и спорт, 1982. – 206 с.
4. Вибрані лекції з біомеханіки : метод. посіб. для студентів ЛДУФК / розроб. : Олег Юрійович Рибак, Людмила Іванівна Рибак. – Львів : [б. в.], 2017. – 131 с.