

В. О. Кашуба, Ю. А. Попадюха

БІОМЕХАНІКА ПРОСТОРОВОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ТІЛА ЛЮДИНИ: СУЧАСНІ МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ І ВІДНОВЛЕННЯ ПОРУШЕНЬ



МОНОГРАФІЯ

ЗМІСТ

СКОРОЧЕННЯ.....	5
ВСТУП.....	6
1. ГРАВІТАЦІЯ І ГРАВІТАЦІЙНІ ВЗАЄМОДІЇ.....	12
1.1. Еволюція і гравітація.....	12
1.2. Зовнішні та внутрішні просторові координати і види рухів тіла людини.....	40
1.3. Сили і силові взаємодії при рухах тіла людини.....	44
2. ОСНОВИ ТЕОРІЇ ВЧЕННЯ З ПРОСТОРОВОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ТІЛА ЛЮДИНИ.....	55
2.1. Порівняльно-морфологічні особливості осьового скелета різних видів хребтових.....	55
2.2. Формування хребтового стовпа і вертикальної пози тіла людини в онтогенезі.....	58
2.3. Просторова організація тіла людини.....	67
2.4. Особливості динаміки хребтового стовпа людини.....	122
2.5. Геометрія мас тіла людини.....	160
3. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ТА ОЦІНКИ ПРОСТОРОВОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ТІЛА ЛЮДИНИ.....	170
3.1. Класифікація постави людини та її порушень. Технології вимірювання постави людини.....	170
3.2. Методи вимірювання опорно-ресорної функції стопи людини.....	203
4. КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ ТА СИСТЕМИ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ І ВІДНОВЛЕННЯ ПОРУШЕНЬ БІОМЕХАНІКИ ПРОСТОРОВОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ТІЛА ЛЮДИНИ.....	220
4.1. Біомеханічна комп'ютеризована система зі зворотним зв'язком Субех Нумас Norm.....	220
4.2. Діагностично-відновний комплекс REV 9000.....	223
4.3. Системи моніторингу хребтового стовпа ValedoMotion та відновлення шийного відділу хребта MCU.....	228
4.4. Особливості антигравітаційних та інтерактивних бігових доріжок.....	233
4.5. Діагностично-відновний комплекс Bionix Sim 3Pro.....	248
4.6. Мобільна вимірювальна система Back-Check 600 Motio.....	251
4.7. Сучасні системи аналізу постави, рухів і ходьби.....	253
4.8. VR-системи відновлення біомеханічних характеристик просторової організації тіла людини.....	276
4.9. Сучасні системи розпізнавання біомеханіки та корекції руху людини.....	304

ВСТУП

Організм людини являє собою складну біомеханічну систему, в якій в органічній єдності взаємодіють різні фізичні, хімічні, біологічні підсистеми, а результатом такої взаємодії є складні рухові прояви різних його функцій. Однією з найважливіших функцій організму людини є рухова функція.

Стан рухової функції відображає здатність конкретної біологічної системи вловлювати, накопичувати і перетворювати різні види енергії, речовини та інформації. Ця здатність може бути виміряна і вивчена шляхом об'єктивного дослідження механічних рухів біологічної системи організму.

Тіло людини формується у процесі онтогенезу таким чином, що вся його маса у поздовжньому напрямі розташовується паралельно до вектора гравітації, а основні маси біологів сконцентровані на відносно невеликих відстанях від неї. Біологічна система організму людини, взаємодіючи з оточуючим середовищем, постійно змінюється у часі і просторі та визначається величинами своїх змінних характеристик.

Найважливішим поняттям, пов'язаним з орієнтацією тіла людини у просторі та зі всією сукупністю рухових дій, є просторова організація біологічних ланок його тіла. На сучасному рівні знань просторову організацію тіла розуміють як єдність морфологічної та функціональної організації людини, що відображається в його зовнішній формі. Сьогодні багато дослідників підкреслюють, що просторова організація тіла використовується як характеристика фізичного розвитку людини, його здоров'я та відіграє значну роль у формуванні власного іміджу в очах оточуючих.

Сучасна теорія еволюції свідчить про те, що у розвиток організму людини різні системи вносять свій власний внесок. Це, в першу чергу, стосується формування у людини відповідної системи локомоцій.

В монографії розглядаються та досліджуються важливі проблеми розвитку та формування системи локомоції людини з урахуванням самої важливої проблеми розвитку вчення відносно формування просторового, ортоградного положення тіла людини – її постави, яка є важливою компонентою функції організму людини у забезпеченні її рівноваги у тривимірному просторі. При цьому розглядається функція рівноваги з

1. ГРАВІТАЦІЯ І ГРАВІТАЦІЙНІ ВЗАЄМОДІЇ

1.1. Еволюція і гравітація

Організм людини – складна біомеханічна система, в якій в органічній єдності взаємодіють різні фізичні, хімічні, біологічні підсистеми. Результатом такої взаємодії є складні рухові прояви різних його функцій. Рухова функція – одна з найважливіших функцій організму людини.

В ході еволюції організм людини як відкрита, але відносно відособлена біологічна система, набув здатності до активних рухів завдяки ефективним механізмам обміну енергією з навколишнім середовищем. Характер і закономірності організації рухів визначають ті прояви життєдіяльності його організму, які прийнято об'єднувати під загальним поняттям – рухова функція людини.

Стан рухової функції відображає здатність конкретної біологічної системи вловлювати, накопичувати і перетворювати різні види енергії, речовини та інформації. Ця здатність може бути виміряна і вивчена шляхом об'єктивного дослідження механічних рухів біологічної системи організму. Оскільки матерія і рух як діалектичні категорії, найбільш повно відображають сучасні уявлення про світобудову, єдині, то з упевненістю можна зробити висновок, що матерія і рухи організму людини також є єдине нерозривне ціле.

Практично це означає, що кожному рівню побудови і організації матерії організму відповідає цілком певний рівень побудови його рухів. На атомно-молекулярному рівні – один рівень рухів, на клітинному – інший, на тканинному – третій, органному та організовому – четвертий і п'ятий. Кожному рівню відповідає і свій рівень взаємодій, що визначає закономірності прояву рухової функції. Так звані сильні (або ядерні) електромагнітні взаємодії в основному детермінують закономірності руху матерії організму людини на атомно-молекулярному, клітинному і тканинному рівнях побудови матерії. Гравітаційні та, в якійсь мірі, слабкі взаємодії становлять закони руху матерії на рівнях органів і організму вцілому. Виходячи з цього, зрозуміло, що об'єктивно судити про рухову функції людини можна тільки з позиції єдності всіх форм руху матерії, притаманних його організму.

3. МЕТОДОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ ВИВЧЕННЯ ТА ОЦІНКИ ПРОСТОРОВОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ТІЛА ЛЮДИНИ

3.1. Класифікація постави людини та її порушень. Технології вимірювання постави людини

Постава людини як феномен системи являє складноорганізований об'єкт (рис. 3.1), стан якого визначається рядом факторів. Розглядаючи їх сукупність, умовно можна підрозділити їх на зовнішні, найважливішими з яких є соціальні умови життя, діяльності, розвитку індивіда, та внутрішні – структурні й функціональні властивості систем організму.



Рис. 3.1. Постава як складноорганізований об'єкт.

Нормальна постава людини *при огляді спереду* відносно фронтальної площини характеризується наступними ознаками:

- положення голови пряме;
- плечі, ключиці, реберні дуги, гребені клубових кісток симетричні;
- живіт плоский, підтягнутий;
- нижні кінцівки прямі (кути кульшових і колінних суглобів $\sim 180^\circ$).

При огляді ззаду: контури плечей і нижні кути лопаток розташовані на одному рівні, а внутрішні краї – на однаковій відстані від хребтового стовпа.

При огляді збоку відносно сагітальної площини:

- хребтовий стовп має помірні фізіологічні вигини (шийний і поперековий лордоз, грудний і крижово-куприковий кіфози);

4. КОМП'ЮТЕРИЗОВАНІ КОМПЛЕКСИ ТА СИСТЕМИ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ І ВІДНОВЛЕННЯ ПОРУШЕНЬ БІОМЕХАНИКИ ПРОСТОРОВОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ ТІЛА ЛЮДИНИ

4.1 Біомеханічна комп'ютеризована система зі зворотним зв'язком Cybex Humac Norm

Корпорація Cybex (США) – світовий лідер з наукових розробок і створення систем в області біомеханіки, кардіо, силових і реабілітаційних тренажерів, які мають сучасний дизайн, багатофункціональність, простоту у використанні, високий рівень безпеки для здоров'я для людей, які тренуються, та надійності, що гарантує довгу безперебійну роботу. Загальний вид системи Cybex Humac Norm наведено на Рис. 4.1.1.

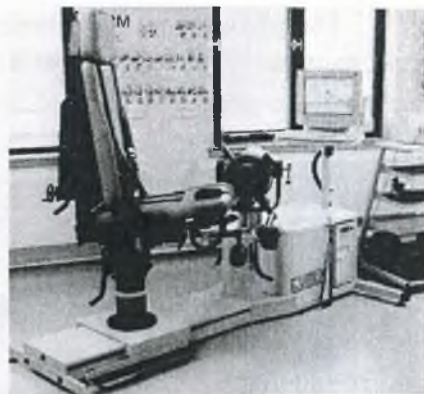


Рис. 4.1.1. Загальний вид системи Cybex Humac Norm.

Система забезпечує діагностику, функціональну оцінку ОРА, виконання відновних (реабілітаційних) вправ і тренування. Вона має різноманітні адаптери, реалізує 22 траєкторії руху з ізолюванням суглобів, чотири режими опору (ізокінетичний, ізотонічний, ізометричний, пасивний), різноманітні форми звітів.

Ізокінетичний опір (скорочення) – це скорочення з постійною швидкістю та автоматично контрольованим опором. Цей вид м'язового скорочення визнаний найбільш фізіологічним динамічним скороченням

6.2. Комп'ютеризовані елісферичні системи класу IMOOVE для відновлення опорно-рухового апарату

Комп'ютеризовані елісферичні системи класу IMOOVE компанії Allcare Innovations (Франція) – це системи, що діють на весь організм, покращуючи фізичний стан людини. Вони спеціально розроблені для технологій фізичної реабілітації під час відновлення людини після операції, травмування, осіб з пошкодженнями функцій ОРА, суглобів, нижніх і верхніх кінцівок. Склад 6 типів систем класу IMOOVE (Imoove mini; Imoove 100, 200, 300, 600, 700): сенсорний екран; фіксовані і рухомі рукоятки; елісферична моторизована рухома нестабільна платформа; сенсори точок опори; привід зі змінною еліптичною траєкторією.

Базовими комп'ютеризованими реабілітаційними системами класу IMOOVE є: Imoove 200, 600 і 700 (рис. 6.2.1. – 1, 2, 3 відповідно), які є унікальними в області фізіотерапії, з широким спектром можливих завдань застосування: фізична реабілітація ОРА, рухова та нейрофункціональна реабілітація, травматологія, відновлення моторики, пропріорецепція, реабілітація і тренування атлетів. Вони оснащені шістьма бічними поручнями для підтримки і двома верхніми тренувальними кріпленнями.



1.

2.

3.

Рис. 6.2.1. Загальні види елісферичних систем Imoove 200, 600, 700.

Унікальний загальний інноваційний патент компанії – це елісферична моторизована рухома нестабільна платформа *Elispherique*, яка забезпечує потрібний набір різноманітних рухів, що дозволяє впливати на тіло певним чином, навантажувати ~ 90% м'язів, ефективно стимулювати

порівняння. Це дозволяє ефективно і об'єктивно провести оцінку успіху від заняття у людини з порушеннями і спортсменів.

Стандартне обладнання системи КОБС (одинарної та подвійної): платформа-датчик (одинарна та подвійна); комплекти сполучних кабелів; блоки електроживлення; CD з ПЗ; комплект поручнів платформ; основи платформ; комп'ютерні стійки; контролер з ліцензією для ПЗ. *Додаткове обладнання:* гоніометр в комплекті з відповідними ременями і ПЗ.

Стабілометрична платформа Alfa компанії AC International забезпечує проведення типових стабілометричних тестів (рис. 8.4.4): Ромберга, розподілу ваги, Унтербергера, а розділ фізичних вправ дозволяє поліпшити координацію і мобільність людини. Наявність візуального та аудіального зворотного зв'язку дозволяє максимально ефективно тренуватись.

Для більшої наочності ПЗ дозволяє використовувати відеокамеру і відобразити на зовнішньому моніторі збільшене зображення поточного авдання і відео виконання завдання людиною (вид збоку, спереду або заду).



Рис. 8.4.4. Загальні види стабілометричних платформ Alfa.

Хід виконання завдання (і відео) зберігаються в базі даних програми і подальшого аналізу / порівняння. Платформа містить наступні вправи:

- *маятник*: слідування (шляхом зміщення ЗЦМ тіла) за курсором, який періодично переміщується;
- *траєкторія*: послідовне проходження на екрані нумерованих літок;
- *полювання*: слідування за відміткою (випадкова траєкторія), яка чим чиним рухається по екрану;

25. Кашуба В.А. Современные методы измерения осанки человека. Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. 2002. № 11. – С.51 – 56.

26. Кашуба В. А. Биодинамика осанки школьников в процессе физического воспитания: автореф. дис. ... д-ра наук физ. восп. и спорта: спец. 24.00.02 . – К.: НУФВСУ, 2003. – 36 с.

27. Кашуба В.А., Верховая Т.В. Методологические особенности исследования осанки человека. Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. 2002. № 13. – С.48 -53.

28. Кашуба В. А., Адель Бен Жедду. Профилактика и коррекция нарушений пространственной организации тела человека в процессе физического воспитания. К.: Знання України, 2005. – 158 с.

29. Кашуба В. А., Заияд Хамида Насралла. Коррекция нарушений осанки школьников в процессе адаптивного физического воспитания. К.: Наук. світ 2008. – 223 с.

30. Кашуба В.А. Биостатические и гониометрические показатели детей старшего дошкольного возраста с функциональными нарушениями опорно-двигательного аппарата. Физическое воспитание студентов. Харьков, 2009. №3. – С.51 – 53.

31. Кашуба В. А., Носова Н. Л. Контроль состояния пространственной организации тела человека в процессе физического воспитания: история вопроса, состояние, пути решения. Молодіжний наук. вісник Волинського нац. ун-ту ім. Л. Українки. Фізичне виховання і спорт / уклад. А. В. Цьось, А. І. Альошина. – Луцьк : Волин. нац. ун-т ім. Лесі Українки, 2012. Вип. 7. – С. 10 – 19.

32. Кашуба В.О., Юрченко О. А. Корекція порушень постави дітей молодшого шкільного віку з ослабленим зором у процесі фізичного виховання. Теорія і методика фізичного виховання і спорту. К., 2013. № 4. – С. 67 – 74.

33. Кашуба В.А., Ярмолинский Л.М. Особенности биогеометрического профиля осанки юных футболистов. Науковий часопис НПУ імені М.П.Драгоманова. Серія: Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт). 2013. Вип. 12 (39). – С. 59 – 63.

34. Кашуба В. Сторожик А., Демчук С. Характеристика вертикальної стійкості тіла людини і її особливості в школярів із порушеннями слуху. Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського нац. ун-ту ім. Лесі Українки. Фізичне виховання і спорт. Луцьк: Східноєвроп. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2014. Вип. 16. – С. 89 – 93.