

Застосування комп'ютеризованої системи й роботизованого комплексу класу Pegasus для діагностики та тренування спини в оздоровчих і реабілітаційних технологіях

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (м. Київ)

Постановка наукової проблеми та її значення. Незважаючи на використання у фізичній реабілітації при пошкодженнях і захворюваннях хребта й м'язів спини різноманітних технічних засобів, комп'ютеризованих, роботизованих комплексів і систем із біологічним зворотним зв'язком (БЗЗ) для підвищення ефективності відновлення людини це питання є актуальною науковою та медико-соціальною проблемою.

У реабілітації після пошкоджень і захворювань хребта, м'язів спини використовують, окрім спеціальних фізичних вправ [1, с. 507], різних класів комп'ютеризовані системи [2; 4, с. 817; 5, с. 156; 7, с. 58; 8, с. 97; 9, с. 94; 10, с. 78; 11, с. 103; 14, с. 108], роботизовані комплекси, системи та пристрої [3; 6, с. 114] тощо. Проте, незважаючи на існування різних реабілітаційних програм із використанням технічних засобів для відновлення хребта й м'язів спини [1, с. 530; 2; 3; 9, с. 95; 11, с. 105; 12, с. 58; 13, с. 206; 14, с. 110], ще мало задіяні новітні системи та комплекси з БЗЗ для підвищення ефективності відновлення структур хребта й м'язів спини в результаті травм і захворювань.

Постає проблема щодо аналізу функціональних і конструктивних особливостей та використання в оздоровчих і реабілітаційних технологіях комп'ютеризованої системи й роботизованого комплексу з біологічним зворотним зв'язком класу Pegasus [15, 16] для підвищення ефективності відновлення людини з пошкодженнями та захворюваннями хребта й м'язів спини.

Роботу виконано відповідно до плану НДР «Розробка технологій фізичної терапії та засобів їх здійснення» (№ державної реєстрації 0117U002933) кафедри біобезпеки і здоров'я людини НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського».

Аналіз останніх досліджень із проблеми. Відновлення функцій хребта й м'язів спини людини після пошкоджень та захворювань є актуальною проблемою, а сучасними оздоровчими та реабілітаційними засобами [1, с. 508; 7, с. 54; 12, с. 57; 13, с. 206] – лікувальна гімнастика, масаж, фізіотерапія, механотерапія, комп'ютеризовані й роботизовані комплекси, системи та пристрої [2, 3].

Мета дослідження – проведення аналізу особливостей функціональних і конструктивних характеристик інноваційної комп'ютеризованої системи та роботизованого комплексу з БЗЗ класу Pegasus для діагностики й тренування спини в оздоровчих і реабілітаційних технологіях.

Завдання дослідження – розглянути функціональні та конструктивні особливості новітньої комп'ютеризованої системи й роботизованого комплексу з БЗЗ класу Pegasus для діагностики та тренування спини в оздоровчих і реабілітаційних технологіях.

Виклад основного матеріалу та обґрунтування отриманих результатів дослідження. У сучасному житті суспільства й спорті відзначено збільшення кількості травм хребта та м'язів спини [1, 2, 4, 7, 8], а захворювання хребта посідають перше місце за поширеністю серед населення земної кулі [1, 15, 16]. Статистика травм хребта й м'язів спини часто різниться в різних країнах, що безпосередньо залежить від розвитку медицини, медичної статистики, транспортної мережі та урбанізації населення.

Так, за даними експертів ВООЗ, щорічно понад 500 тис. людей у світі отримують різні травми хребта. Серед тих, хто переніс травму, імовірність передчасної смерті вища у 2–5 разів [15], а за віковою градацією в чоловіків найбільший ризик відзначено в діапазоні 20–29 років. Наступний пік, з огляду на старечу крихкість кісток, настає після 70 років. У жінок віковий інтервал становить 15–19 і 60 років відповідно. Зазвичай на одну «жіночу» травму доводиться дві «чоловічі» [15].

У загальній структурі травматизму пошкодження хребта трапляється від 2 до 12 %, причому перше значення – це сільська місцевість, а друге – місто. Відомо, що 0,5 % усіх травм хребта призводять до інвалідності, щодо ураження відділів хребта показники такі [15]: шийний – 31,2 %; грудний – 12,5 %; поєднане пошкодження грудного й поперекового відділів (ПВ) – 23 %; ПВ хребта – 20,8 %. За

механізмами травми найчастішою їх причиною є падіння на спину, ноги, сідниці, насильницьке згинання тулуба (автодорожні аварії). Частота пошкоджень хребта в дітей становить 10 % усіх травм [15].

Наприклад, основна кількість пошкоджень опорно-рухового апарату (ОРА) під час занять художньою гімнастикою й спортивними танцями, пов'язана з виконанням елементів із високим рівнем гнучкості (87,0 %), координації рухів, елементів контактної імпровізації, напівакробатичних та акробатичних елементів й елементів ризику (13,0 %), а порушення функціонального стану хребта виникає через невідповідність статодинамічних навантажень і запасу міцності локомоторної системи його поперекового відділу [4].

До 62,0 % спортсменок відчують біль у поперековому відділі хребта після тренування, 29,3 % – у процесі занять, 43,4 % – після виконання вправ на розтягування. У більшості біль зникає після відпочинку, а 6,3 % зазначили, що він не проходить і після відпочинку. Обстеження спортсменок засвідчили травми хребта (67,2 %) за їх локалізацією: шийний відділ – 2,1 %, грудний відділ – 9,8 %, поперековий – 55,3 % [4].

Згідно зі статистикою пошкоджень хребта, ускладнення розподіляються таким чином [8]:

- запалення й супутні інфекції, що зумовлені тривалою іммобілізацією, застійними пневмоніями, а пролежні часто ускладнюються розвитком сепсису;
- розлади трофіки через порушення нормальної інервації (хронічні трофічні виразки, венозний тромбоз, вегетативна дисфункція);
- рушення функції тазових органів;
- стійкі вади ортопедичного характеру, що вимагають спеціальних засобів реабілітації (вивихи, підвивихи, порушення функції спинного мозку, паралічі, парези, больовий синдром).

У сучасних реабілітаційних технологіях, профілактиці захворювань й ушкоджень хребта (особливо його ПВ) і м'язів спини застосовуються традиційні та спеціалізовані фізичні вправи [1–3, 7–10, 12, 13], комп'ютеризовані й роботизовані комплекси та системи: тракційні [2, 3], із БЗЗ David [2, 11] і Tergumed [2, 14], Huber [2, 8–10], Bionix Sim 3Pro, 3D-Newton і Valedo-Motion [2, 4–6], пневматичні тренажери [2], роботизовані вертикалізатори, тренажери Balance-Trainer, масажний крісла і кушетки [3], вібротренажери й тренажери з нестійкою опорою [12, 13] та ін.

Проте, незважаючи на використання реабілітаційних і профілактичних програм, спрямованих на попередження пошкоджень хребта й м'язів спини, розвитку його патології [1–14], ще недостатньо задіяні сучасні досягнення науки та техніки (комп'ютеризовані й роботизовані комплекси та системи з БЗЗ).

Скелетно-м'язові ушкодження й захворювання спини викликають значні економічні втрати. Підвищення ефективності процесу лікування (реабілітації) в рамках програми медичної терапевтичної терапії (МТТ) і цілеспрямована профілактика – це ефективні заходи щодо скорочення зусиль і покращення результатів. Забезпечення ефективності реабілітаційних та профілактичних заходів МТТ залежить від якості діагнозу й результату цілеспрямованого дозованого фізичного напруження. Фізичний рух – тригер для активних адаптивних реакцій, які є основою регенеративних процесів, тому рух буде терапевтичним, а його вплив стає ефективним лише в тому випадку, якщо гарантується якість діагностики, дозування та контролю експозиції фізичної напруги [16].

Із *кібернетичного погляду*, кістково-м'язова система людини – це психофізична «біомашина» з величезним потенціалом щодо відновлення й самовідновлення при втраті функціональності через перевантаження або пошкодження. Механіка цієї машини складається з 208–214 кісток, 187 суглобів і 639 м'язів, функціонально пов'язаних великою кількістю зв'язок, сухожилів, хрящів і м'яких тканин. Хребет має 23 спинальні міжхребцеві диски (МХД), 224 зв'язки, 133 суглоби та 143 м'язи і являє собою дуже складну систему з великою кількістю ступенів свободи. Забезпечення й реалізація її функціональності пересування здійснюється завдяки величезним можливостям контролю та регулювання ЦНС і наявності великої кількості потужних контрольованих і регульованих сенсомоторних приводів. Кожний м'яз із його контролем та регулюванням на рівнях спинального й супраспинального регулювання є таким сенсомоторним приводом. Отже, функція руху людини має 639 сенсомоторних приводів [16].

Для підвищення ефективності відновлення, профілактики захворювань і травм хребта та м'язів спини доцільне включення сучасних методів і засобів, що доповнюють традиційні або самостійно діючі, а саме: інноваційні комп'ютеризовані системи й роботизований комплекс із БЗЗ для діагностики та тренування спини класу Pegasus [17, 18].

Інноваційна комп'ютеризована система для діагностики, лікувальних (реабілітаційних) тренувань і терапії спини Pegasus [17] компанії «Physiomed Elektromedizin AG» (Німеччина) забезпечує (рис.1):

- визначення діапазону профілів рухів і навантажень мускулатури, що відповідає за стабілізацію спини, у всіх основних анатомічних проєкціях;
- ідентифікацію дефіцитів та дисбалансів рухів і сил;
- розробку спеціального високоефективного тренінгу сенсомоторних систем у ПВ хребта (максимальні сила й витривалість, координація сил і тренування рухів). Завдяки цьому усуваються наявні м'язові дисбаланси й дефіцити активності, відбувається відновлення природної моторики та стійкості спинного відділу ОРА;
- високу точність вимірювань і надійність.



Рис. 1. Комп'ютеризована система для діагностики й терапії спини Pegasus

Складність хребтового стовпа вимагає відповідного інструментарію для точної діагностики та лікування проблем зі спиною. Таким вимогам ідеально відповідає система комп'ютеризованих тестів і тренінгів, що відрізняється високою економічністю й ефективністю. Комплексний тест для визначення функціональних дисбалансів і дефіцитів займає всього 15 хв. Можливе підключення системи до загальної мережі даних та їх зберігання для ефективного виконання тестів і тренінгів.

Показання до застосування комп'ютеризованої системи Pegasus:

- синдром хребтового нерва із широкою симптоматикою (випадання МХД (у тому числі післяопераційне), протрузії МХД, поза- або післяопераційна терапія травм хребта, скарги на болі в хребті зі зниженням працездатності;
- функціональні болі в спині з- і без дегенеративних змін;
- м'язова слабкість у спині й/або дисбаланси.

Основні характеристики комп'ютеризованої системи Pegasus:

- просте звернення та швидке налаштування;
- широкий спектр режимів тренування;
- велика пропускна здатність;
- мінімальний ризик травмування користувача;
- просте об'єднання в структури баз даних;
- технологія руху робочого органа;
- наявність особливих силових датчиків в ортезах;
- площа, яку займає система, – 5–7 м².

Роботизований комплекс Pegasus 3-D-System [18] компанії «Physiomed Elektromedizin AG» забезпечує (рис. 2):

- комплексну діагностику та реабілітацію хребта;
- дає змогу проводити точні й об'єктивні вимірювання в трьох площинах, що спрямовані на оцінку гнучкості та м'язової сили;
- призначати пацієнтові необхідну програму тренування на підставі результатів вимірювань.

Переваги роботизованого комплексу «Pegasus 3-D-System».

Терапевтичним ефектом володіє лише точно дозоване фізичне навантаження. Комплекс «Pegasus 3-D-System» створює потрібне індивідуальне навантаження для кожного користувача й, за необхідності,

точно відтворює його в наступних заняттях (тренування). Комплекс здійснює вимірювання в будь-якій довільній точці просторового діапазону руху ПВ хребта. Тренування проходить у режимі БЗЗ, що значно підвищує рівень мотивації людини та веде до загального підвищення ефективності програми реабілітації (профілактики).

Роботизований комплекс «Pegasus 3-D-System» із новітнім програмним забезпеченням BioMC забезпечує:

- вимірювання діапазону руху хребта, особливо в його грудному й поперековому відділах, може проводитись одночасно або послідовно в анатомічних площинах;

- об'єктивізацію наявних дефіцитів діапазону руху, визначення мети лікування (реабілітації) й документування прогресу відновлення;

- вимір сили міцності в будь-якій точці вимірювання анатомічних площин рухової функції грудного та поперекового відділів хребта. Будь-яка конкретна точка виміру точно відтворюється. Позиція вимірювання може бути заблокована, а вимірні значення певних обраних ефективних напрямів зберігаються й відображаються як полярні (радарні) та стовпчасті діаграми;

- виконання спеціального навчання (лікування, фізична реабілітація) сенсомоторних систем рухової функції грудного й поперекового відділів хребта в умовах ізометричного та ауксотонічного (змішаного – м'яз змінює напруження й скорочується) найпоширенішого режиму м'язової діяльності.

Навчання спрямоване на скорочення м'язових дисбалансів і дефіцитів, відновлення й покращення природного діапазону руху й пружності хребта в його грудному та поперековому відділах.



Рис. 2. Роботизований комплекс «Pegasus 3-D-System»

Технічні характеристики комп'ютеризованої системи «Pegasus» і роботизованого комплексу «Pegasus 3-D-System»:

- джерело живлення – 220–240 В змінного струму 50 Гц 1,6 А;

- габарити – Ш х Д х В (м): 0,6 х 1,4 х 1,8;

- вага системи (комплексу) – 330 кг;

- максимальна вага користувача – 135 кг.

Висновки. Важливим засобом у підвищенні ефективності оздоровчих і реабілітаційних технологій є застосування інноваційної комп'ютеризованої системи й роботизованого комплексу з БЗЗ класу «Pegasus», що дають змогу проводити діагностику та тренування спини.

Представлений аналіз особливостей функціонування новітніх комп'ютеризованої системи й роботизованого комплексу з БЗЗ класу «Pegasus» для діагностики та тренування спини дає підставу зробити висновок про те, що їх застосування підвищить ефективність оздоровчих і реабілітаційних технологій.

Перспективи подальших досліджень – проведення відповідних заходів задля підвищення ефективності оздоровчих та реабілітаційних технологій щодо хребта та м'язів спини людини.

Джерела та література

1. Марченко О. К. Основы физической реабилитации : учеб. для студентов вузов / О. К. Марченко. – Киев : Олимп. лит., 2012. – 528 с.
2. Попадюха Ю. А. Сучасні комп'ютеризовані комплекси та системи у технологіях фізичної реабілітації : навч. посіб. / Ю. А. Попадюха. – Київ : Центр учб. літ., 2017. – 300 с.
3. Попадюха Ю. А. Сучасні роботизовані комплекси, системи та пристрої у реабілітаційних технологіях : навч. посіб. / Ю. А. Попадюха. – Київ : Центр учб. літ., 2017. – 324 с.
4. Попадюха Ю. А. Перспективи використання системи ValedoMotion у превентивній фізичній реабілітації пошкоджень поперекового відділу хребта спортсменок художньої гімнастики / Ю. А. Попадюха, Ж. С. Полтавець // British Medical Bulletin. – Великобританія, Оксфорд, 2017. – С. 814–820.
5. Попадюха Ю. А. Особливості застосування гравітаційної системи 3D-Newton для зміцнення м'язового корсету хребта / Ю. А. Попадюха, А. І. Альошина // Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Фізичне виховання і спорт. – Вип. 25. – Луцьк, 2017. – С. 152–161.
6. Попадюха Ю. А. Діагностично-реабілітаційний комплекс Bionix Sim 3Pro зі зворотним зв'язком у реабілітації та профілактиці пошкоджень хребта / Ю. А. Попадюха, Ж. С. Полтавець, А. І. Альошина // Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського нац. університету імені Лесі Українки. Фізичне виховання і спорт. – Вип. 24. – Луцьк, 2016. – С. 112–117.
7. Попадюха Ю. А. Особливості комп'ютеризованих елісферичних систем ІМООВЕ в реабілітації опорно-рухового апарату, оздоровленні людини та спорті / Ю. А. Попадюха // Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Фізичне виховання і спорт. – 2016. – Вип. 23. – С. 53–62.
8. Попадюха Ю. А. Комп'ютеризована система з біологічним зворотним зв'язком HUBER 360 MD у технологіях фізичної реабілітації, оздоровлення й спорту / Ю. А. Попадюха // Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Фізичне виховання і спорт. – 2016. – Вип. 22. – С. 96–102.
9. Попадюха Ю. А. Досвід використання системи HUBER Motion Lab для корекції постави, поліпшення балансу та координації рухів людини / Ю. А. Попадюха // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. Серія : Педагогічні науки. Фізичне виховання і спорт. – Чернігів : ЧНПУ, 2012. – Т. 2, № 102. – С. 93–96.
10. Попадюха Ю. А. Технологія HUBER у зміцненні опорно-рухового апарату людини / Ю. А. Попадюха // Науковий часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова. – Серія 15 : Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт) : зб. наук. праць. – Київ : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2012. – Вип. 24. – С. 77–83.
11. Попадюха Ю. А. Особенности применения системы тренажеров DAVID в профилактике травматизма и физической реабилитации поврежденный опорно-двигательного аппарата / Ю. А. Попадюха, А. А. Алешина, Ю. В. Евтушенко // Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Фізичне виховання і спорт. – 2014. – Вип. 15. – С. 100–106.
12. Попадюха Ю. А. Пути восстановления биомеханики поясничного отдела позвоночника при остеохондрозе, осложненным нестабильностью сегментов и протрузиями межпозвонковых дисков / Ю. А. Попадюха // Вісник Чернігівського національного педагогічного університету імені Т. Г. Шевченка. – Серія : Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт. – Чернігів : ЧНПУ, 2013. – Т. 3, № 112. – С. 54–59.
13. Попадюха Ю. А. Сучасні аспекти зміцнення поперекового відділу хребта спортсменів на тренажерах з нестійкою опорою / Ю. А. Попадюха // Науковий часопис НПУ ім. М. П. Драгоманова. – Серія 15: «Науково-педагогічні проблеми фізичної культури (фізична культура і спорт)»: зб. наук. праць. – Київ : Вид-во НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2013. – Вип. 5 (30). – С. 200–209.
14. Попадюха Ю. А. Тренажеры Tergumed с обратной связью в технологиях физической реабилитации, профилактики заболеваний и поврежденный позвоночника / Ю. А. Попадюха, А. И. Алешина, А. А. Алешин // Молодіжний науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Фізичне виховання і спорт. – 2016. – Вип. 21. – С. 107–115.
15. Статистика травм хребта [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://neuralgia24.ru/obshhie-voprosy/statistika-travm-pozvonochnika/> (дата звернення : 30.01.2018).
16. Комп'ютеризована діагностично-реабілітаційна система Centaur [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://almedika.ru/0,2/reabilitaciya/reabilitacιονnie-kompleksi,0,1,4481/>. (дата звернення: 05.09.2017).
17. Інноваційна система для діагностики та реабілітації спини Pegasus [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://almedika.ru/0,2/reabilitaciya/reabilitacιονnie-kompleksi,0,1,4481/>. (дата звернення: 15.11.2017).
18. Роботизований комплекс Pegasus 3-D-System [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://rkbrt.ru/sluzhby/meditsinskiy-tsentr-g-innopolis/> (дата звернення: 15.11.2017).

References

1. Marchenko, O. (2012). *Osnovy fizicheskoy rehabilitatsii: uchebnik dlya studentov vuzov* [The basics of physical rehabilitation: a textbook for university students]. Kyiv: Olimpiyskaya literatura. (in Russian).
2. Popadiukha, Y. (2017). *Suchasni kompyuteryzovani komplekxy ta systemy u tekhnolohiyakh fizychnoi rehabilitatsii* [Modern computerized complexes and systems in the technologies of physical rehabilitation]. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury. (in Ukrainian).
3. Popadiukha, Y. (2017). *Suchasni robotyzovani komplekxy, systemy ta prystroi u rehabilitatsiynykh tekhnolohiyakh* [Modern robotic complexes, systems and devices in rehabilitation technologies]. Kyiv: Tsentr uchbovoi literatury. (in Ukrainian).
4. Popadiukha, Y., & Poltavets, Z. (2017). Perspektyvy vykorystannya systemy ValedoMotion u preventyvnyi fizychnii rehabilitatsii poshkodzen poperekovoho viddilu khrebta sportsmenok khudozhnoi himnastyky [Prospects of the use of the ValedoMotion system in preventive physical rehabilitation of lumbar spinal cord injury of athletes in rhythmic gymnastics]. *British Medical Bulletin*, 814–820. (in Ukrainian).
5. Popadiukha, Y., & Aleshina, A. (2017). Osoblyvosti zastosuvannya hravitatsiynoi systemy 3D-Newton dlya zmitsnennya myazovoho korsetu khrebta [Peculiarities of application of the gravity system 3D-Newton for strengthening the muscular corset of the spine]. *Molodizhnyi naukovi visnyk Skhidnoevropeyskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. Fizychno vykhovannya i sport* [Youth scientific bulletin of Lesya Ukrainka Eastern European National University. Physical education and sports], 25, 152–161. (in Ukrainian).
6. Popadiukha, Y., Poltavets, Z., & Aleshina, A. (2016). Diahnostychno-rehabilitatsiyni kompleks Bionix Sim 3Pro zi zvorotnim zvyazkom u rehabilitatsii ta profilaktytsi poshkodzen khrebta [Diagnostic and rehabilitation complex Bionix Sim 3Pro with feedback in the rehabilitation and prevention of spinal injury]. *Molodizhnyi naukovi visnyk Skhidnoevropeyskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. Fizychno vykhovannya i sport* [Youth scientific bulletin of Lesya Ukrainka Eastern European National University. Physical education and sports], 24, 112–117. (in Ukrainian).
7. Popadiukha, Y. (2016). Osoblyvosti kompyuteryzovanykh elisferychnykh system IMOOVE v rehabilitatsii oporno-rukhovero aparatu, ozdorovlenni lyudyny ta sporti [Features of computerized alispherical systems IMOOVE in the rehabilitation of the musculoskeletal system, health improvement and sport]. *Molodizhnyi naukovi visnyk Skhidnoevropeyskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. Fizychno vykhovannya i sport* [Youth scientific bulletin of Lesya Ukrainka Eastern European National University. Physical education and sports], 23, 53–62. (in Ukrainian).
8. Popadiukha, Y. (2016). Kompyuteryzovana systema z biolohichnym zvorotnim zvyazkom NUBER 360 MD u tekhnolohiyakh fizychnoi rehabilitatsii, ozdorovlennya i sportu [Computerized biological feedback system NUBER 360 MD in the technologies of physical rehabilitation, health improvement and sports]. *Molodizhnyi naukovi visnyk Skhidnoevropeyskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. Fizychno vykhovannya i sport* [Youth scientific bulletin of Lesya Ukrainka Eastern European National University. Physical education and sports], 22, 96–102. (in Ukrainian).
9. Popadiukha, Y. (2012). Dosvid vykorystannya systemy HUBER Motion Lab dlya korektsii postavy, polipshennya balansu ta koordinatsii rukhiv lyudyny [Experience in using the HUBER Motion Lab system to correct posture, improve balance and coordinate human movements]. *Visnyk Chernihivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni T. G. Shevchenka. Seriya: pedahohichni nauki. Fizychno vykhovannya i sport* [Bulletin of T. G. Shevchenko Chernihiv National Pedagogical University. Series: pedagogical sciences. Physical education and sports], 102 (2), 93–96. (in Ukrainian).
10. Popadiukha, Y. (2012). Tekhnolohiya HUBER u zmitsnenni oporno-rukhovero aparatu lyudyny [HUBER technology for strengthening the human musculoskeletal system]. *Naukovi chasopys natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Seriya 15. Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoi kultury (fizychna kultura i sport)* [Scientific journal of M. P. Drahomanov National Pedagogical University. Series 15. Scientific and pedagogical problems of physical culture (physical culture and sport)], 24, 77–83. (in Ukrainian).
11. Popadiukha, Y., Aleshina, A., & Evtushenko, Y. (2014). Osobennosti primeneniya sistemy trenazherov DAVID v profilaktike travmatyzma i fizicheskoy rehabilitatsii povrezhdenij oporno-dvigatel'nogo apparata [Features of the use of the DAVID simulator system in injury prevention and physical rehabilitation of injuries of the musculoskeletal system]. *Molodizhnyi naukovi visnyk Skhidnoevropeyskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. Fizychno vykhovannya i sport* [Youth scientific bulletin of Lesya Ukrainka Eastern European National University. Physical education and sports], 15, 100–106. (in Russian).
12. Popadiukha, Y. (2013). Puti vosstanovleniya biomehaniki poyasnichnogo otdela pozvonochnika pri osteohondroze, oslozhnennym nestabilnostyu segmentov i protruziyami mezhpovzvonkovykh diskov [Ways to restore the biomechanics of the lumbar spine in osteochondrosis complicated by segment instability and intervertebral disc protrusions]. *Visnyk Chernihivskoho natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni T. H. Shevchenka*.

- Seriya: Pedagogichni nauki. Fizychnye vykovannya ta sport* [Bulletin of T. H. Shevchenko Chernihiv National Pedagogical University. Series: Pedagogical Sciences. Physical education and sports], 112 (3), 54–59. (in Russian).
13. Popadiukha, Y. (2013). Suchasni aspekty zmitsnennya poperekovoho viddilu khrebt sportsmeniv na trenazherakh z nestiukoyu oporoyu [Modern aspects of strengthening the lumbar spine of athletes on instabilities with unstable support]. *Naukovyi chasopys natsionalnoho pedahohichnoho universytetu imeni M. P. Drahomanova. Seriya 15. Naukovo-pedahohichni problemy fizychnoi kultury (fizychna kultura i sport)* [Scientific journal of M. P. Drahomanov National Pedagogical University. Series 15. Scientific and pedagogical problems of physical culture (physical culture and sport)], 5 (30), 200–209. (in Ukrainian).
 14. Popadiukha, Y., Aleshina, A., & Aleshin, A. (2016). Trenazhery Tergumed s obratnoy svyazoyu v tehnologiyah fizicheskoy rehabilitatsii, profilaktiki zabolevanij i povrezhdenij pozvonochnika [Tergumed simulators with feedback in the technologies of physical rehabilitation, prevention of diseases and spinal injuries]. *Molodizhnyi naukovyi visnyk Skhidnoyevropeyskoho natsionalnoho universytetu imeni Lesi Ukrainky. Fizychnye vykhovannya i sport* [Youth scientific bulletin of Lesya Ukrainka Eastern European National University. Physical education and sports], 21, 107–115. (in Russian).
 15. *Statystyka travm khrebt* [Spine injury statistics]. Retrieved from: <http://nevralgia24.ru/obshhie-voprosy/statistika-travm-pozvonochnika/> (in Ukrainian).
 16. *Kompyuteryzovana diahnostychno-reabilitatsiyna systema Centaur* [Computerized diagnostic and rehabilitation system Centaur]. Retrieved from: <http://almedika.ru/0,2/reabilitatsiya/reabilitatsionnie-kompleksi,0,1,4481/> (in Ukrainian).
 17. *Innovatsiyna systema dlya diahnostyky ta reabilitatsii spiny Pegasus* [Innovative system Pegasus for diagnosis and rehabilitation of the back]. Retrieved from: <http://almedika.ru/0,2/reabilitatsiya/reabilitatsionnie-kompleksi,0,1,4481/> (in Ukrainian).
 18. *Robotyzovanyi kompleks Pegasus 3-D-System* [Robotic complex Pegasus 3-D-System]. Retrieved from: <http://rkbrt.ru/sluzhby/meditsinskiy-tsentr-g-innopolis/> (in Ukrainian).

Анотації

У статті розглянуто особливості комп'ютеризованої системи та роботизованого комплексу з біологічним зворотним зв'язком класу «Pegasus» для діагностики та тренування спини в оздоровчих і реабілітаційних технологіях. **Мета роботи** – аналіз конструктивних особливостей та функцій інноваційної комп'ютеризованої системи та роботизованого комплексу з біологічним зворотним зв'язком класу «Pegasus» для використання в оздоровчих і реабілітаційних технологіях.

Ключові слова: оздоровлення, реабілітація, діагностика, тренування, спина, комп'ютеризована система, роботизований комплекс, біологічний зворотний зв'язок.

Юрій Попадюха. Применение компьютеризированной системы и роботизированного комплекса класса «Pegasus» для диагностики и тренировки спины в оздоровительных и реабилитационных технологиях. В статье рассматриваются особенности компьютеризированной системы и роботизированного комплекса с биологической обратной связью класса «Pegasus» для диагностики и тренировки спины в оздоровительных и реабилитационных технологиях. **Цель работы** – анализ конструктивных особенностей и функций инновационных компьютеризированной системы и роботизированного комплекса с биологической обратной связью класса «Pegasus» для использования в оздоровительных и реабилитационных технологиях.

Ключевые слова: оздоровление, реабилитация, диагностика, тренировка, спина, компьютеризированная система, роботизированный комплекс, биологическая обратная связь.

Yuriy Popadiukha. The use of a Computerized System and Robotic Complex of Pegasus Class for Back Diagnostics and Training in Health Improvement and Rehabilitation Technologies. The article examines the features of a computerized system and a robotic complex with a biofeedback of the Pegasus class for back diagnostics and training in health improvement and rehabilitation technologies. The objective of the study is the analysis of the structural features and functions of the innovative computerized system and robotic complex with the biofeedback of the Pegasus class for use in health improvement and rehabilitation technologies.

Key words: health improvement, rehabilitation, diagnostics, training, back, computerized system, robotic complex, biological feedback.