

Особливості застосування у фізичній реабілітації тракційно-екстензійної роботизованої системи Kinetrac KNX 7000

*Національний технічний університет України;
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського» (м. Київ);
Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки (м. Луцьк)*

Постановка наукової проблеми та її значення. Серед технічних засобів для відновлення стану опорно-рухового апарату (ОРА) людини, особливо поперекового відділу хребта, важливе місце займають механічні, мікропроцесорні, комп'ютеризовані та роботизовані системи для забезпечення тракційної терапії, яка є одним із методів відновного лікування пошкоджень ОРА та їхніх наслідків – контрактури суглобів, дегенеративно-дистрофічні процеси в хребті тощо. Короткочасною чи тривалою тягою долається м'язова ретракція або здійснюється поступова розтягувальна дія на частини тіла людини для усунення контрактур і деформацій [1, 2, 5, 10].

Для проведення тракційної терапії в поперековому відділі хребта застосовують прості механічні засоби, що забезпечують проведення активної фізичної реабілітації, процедур відновлення стану організму після фізичних навантажень [1, с. 58; 2, с. 165; 3, с. 55]; мікропроцесорні [6], комп'ютеризовані [5, 7–9] і роботизовані системи [11] та ін.

Незважаючи на існування різноманітних тракційних систем для реабілітації та профілактики захворювань і пошкоджень хребта, ще мало задіяні новітні сучасні тракційні системи з використанням зворотного зв'язку, що ефективно забезпечують функції витягнення хребтового стовпа у всіх його відділах.

Постановка проблеми – проаналізувати функціональні та конструктивні можливості тракційно-екстензійної роботизованої системи Kinetrac KNX 7000 для ефективного використання в технологіях фізичної реабілітації й лікування хребта [4]. Роботу виконано відповідно до плану НДР «Розробка технологій забезпечення психолого-фізичної реабілітації і оздоровлення людини (№ держ. реєстрації 0111U003539) кафедри біобезпеки і здоров'я людини НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського».

Аналіз досліджень цієї проблеми. Проведення ефективної тракційної терапії під час лікування та фізичної реабілітації хребта при різних його захворюваннях і пошкодженнях – актуальна та важлива проблема. Для цих завдань застосовують механічні засоби для забезпечення активної фізичної реабілітації, процедур відновлення стану організму після фізичних навантажень: Vertetrac, Гревітрин, Детензор [1, с. 58; 2, с. 165]; мікропроцесорні системи серії Tractizer [6], комп'ютеризовані системи: TRAComputer [5], Елтрак 471 [7], DRX [8], Triton DTS [9], роботизовані системи, наприклад Exten Trac Elit [11] та ін.

Формулювання мети й завдання дослідження. Мета роботи – аналіз функціональних і конструктивних особливостей тракційно-екстензійної роботизованої системи Kinetrac KNX 7000 зі зворотним зв'язком для виконання завдання фізичної реабілітації, здійснення ефективного витягнення хребта в усіх його відділах.

Завдання дослідження – розглянути функціональні та конструктивні особливості тракційно-екстензійної роботизованої системи Kinetrac KNX 7000 зі зворотним зв'язком для забезпечення підвищення ефективності витягнення хребта, усіх його відділів, профілактики захворювань і пошкоджень хребта, відновлення функцій та м'язового корсета хребта, виконання завдань фізичної реабілітації ОРА людини.

Виклад основного матеріалу та обґрунтування отриманих результатів дослідження. Тракційну терапію широко використовують у фізичній реабілітації хворих ортопедо-травматологічного й неврологічного профілю для зменшення протрузії фрагментів міжхребцевих дисків (МХД), при зсуві диска, викривленні хребта. Функції її при пошкодженнях і захворюваннях хребта – його розвантаження за рахунок збільшення відстані між тілами хребців, зменшення патологічної напруги м'язів, зниження тиску в середині МХД, через що зменшується протрузія, збільшується вертикальний діаметр міжхребцевого отвора, приводячи до декомпресії нервового корінця, зниження набряку, усунення підвивиху в міжхребцевих суглобах із декомпресійним ефектом.

Дуже важливою проблемою є забезпечення ефективного витягнення хребта за рахунок застосування новітніх систем зі зворотним зв'язком. Однією із сучасних технологій є тракційно-екстензійна роботизована система Kinetrac KNX 7000 зі зворотним зв'язком для нехірургічного лікування гриж МХД методом 3D-декомпресійної терапії компанії Hanmed (Південна Корея). Система має функцію навігації для автоматичного визначення ураженого МХД із використанням новітньої тракційно-

екстензійної роботизованої системи, оснащеної спеціальною програмою для роботи декомпресора, що підтримує рухи хребта в 3-х площинах (рис. 1).



Рис. 1. Загальний вигляд роботизованої системи Kinetrac KNX 7000

Система має функції автоматичного наведення на проблемну ділянку за допомогою унікального програмного забезпечення (ПЗ) та зворотного зв'язку з механікою столу, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача з тривимірним графічним відображенням процесу декомпресії й точним контролем осей X, Y. Одночасно застосовується метод відновлення м'язового корсета хребта, що вміщує цілеспрямований вплив на спазмовані м'язи для відновлення балансу сил, які діють на хребет, і поліпшення кровотоку в ньому. Такий комплексний метод дає змогу проводити лікування захворювань хребта з мінімальним ризиком хірургічного втручання. Система автоматично керує всіма операціями, має вбудовані комп'ютерні програми та дозволяє легко управляти всіма функціями.

Можливості роботизованої системи Kinetrac KNX 7000:

- дає змогу проводити лікування на всіх відділах хребта (шийному, грудному й попереково-крижовому відділах, таз, нижні кінцівки);
 - декомпресія ураженого МХД і масаж паравертебральних м'язів проводиться за допомогою натискного валика;
 - корекція тону м'язів хребта, таза, нижніх кінцівок проводиться за допомогою одно- або двосторонньої латерофлексії;
 - тривимірне (просторове) сенсомоторне тренування для координації роботи м'язів хребта й корекції постави;
 - точне дозування навантаження, унесення зміни під час процедури;
 - можливість інтермітуючого або постійного режимів витягнення;
 - швидкість підготовки до процедури, компактність, робота з великим потоком хворих;
 - повністю комп'ютеризований процес лікування, самостійно підбирається оптимальний курс лікування відповідно до захворювання та антропологічних даних кожного пацієнта;
 - простий та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс користувача; контроль маніпуляцій у реальному часі; використання маркера для автоматичного націлювання на проблемний МХД;
 - програма в режимі ручного коректування дає змогу вносити зміни в курс лікування безпосередньо під час автоматичної роботи; дає змогу зберігати й використовувати базу даних із курсів лікування кожного пацієнта з моменту першого відвідування;
 - за допомогою вбудованої бази даних про пацієнтів і пристрою автоматичного впізнання пацієнта система контролює стан та зміну здоров'я пацієнтів за рахунок управління даними про їхнє захворювання, його перебіг; автоматична програма налаштування лікування залежно від захворювання, симптомів, стадії лікування, прогресу лікування дає змогу легко пристосовувати для хворих оптимальні програми (курси) лікування;
 - убудоване ПЗ являє собою передовий продукт, в основу якого покладено клінічно випробуваний метод лікування – декомпресію, що відмінно зарекомендував себе; із моменту початку курсу лікування стан хворого й хід його лікування контролюється візуально під час проведення процедури;
 - ПЗ контролює, доповнює та модифікує методику лікування й у режимі реального часу виводить дані під час лікування на екран комп'ютера;
 - для більш комфортного лікування ПЗ має комплексні мультимедійні функції, наприклад функцію аудіо, що дає змогу програвати релаксуючу музику, яка заспокоює пацієнта й розслаблює його м'язи.
- Перелік проблем і захворювань, із якими пацієнти звертаються та отримують кваліфіковану допомогу завдяки системі Kinetrac KNX 7000.

1. *Шийний відділ хребта*: головні болі – краніалгія, у тому числі головний біль напруги, мігрень, невropатія потиличних нервів; дегенеративно-дистрофічні зміни в шийному відділі; грижі МХД, болі в ділянці шиї – цервікалгії; болі, розлади руху й чутливості у верхніх кінцівках, у тому числі компресійний – корінцевий синдром (радикулопатія), пов'язаний із грижею МХД й іншими дегенеративно-дистрофічними змінами в шийному відділі; сколенус-синдром (синдром Нарціфера) або синдром сходових м'язів; синдроми – малого грудного м'яза, ключично-ребрового проміжку, Стейнбрoкeра (синдром плече–кисть); вертебрoбaзилярнa хворoбa (запаморочення, шум у вухах, хиткість ходи, зорові феномени).

2. *Грудний відділ хребта*: болі – тoрaкaлгії; компресійний – корінцевий синдром при поширенні болю в грудну клітку й живіт, необхідне проведення диференціальної діагностики із захворюваннями внутрішніх органів; анкілозуючий гіперостоз хребта – хвороба Форест'є на рівнях шийного, грудного, поперекового відділів; анкілозуючий спондилоартрит – хвороба Бехтерева на рівнях шийного, грудного, поперекового відділів.

3. *Поперековий відділ хребта*: дегенеративно-дистрофічні зміни; протрузії та грижі МХД, появи гриж у поперекових сегментах із наявністю дискрадикулярного, дискмедулярного, дисквaзaльнoгo конфлікту і без них; стенози хребтового каналу, фасеточний синдром, остеохондроз хребта, міофасціальні больові синдроми; болі – люмбалгії; м'язово-тонічні синдроми; болі по задній поверхні стегна та сідниці, що пов'язані із синдромом грушеподібного м'яза; болі по передній поверхні стегна та пахової ділянки, що пов'язані із синдромом попереково-клубового м'яза; болі по внутрішній поверхні стегна, що пов'язані з аддукторним синдромом – синдром привідних м'язів; компресійний – корінцевий синдром (радикулопатія), що пов'язаний із грижею МХД й іншими дегенеративно-дистрофічними змінами; болі, розлади рухів і чутливості нижньої кінцівки; порушення сечовипускання; фасеточний синдром; компресійні та дизгемічні корінцеві синдроми; уповільнені радікуломієлоішемічні синдроми через дію компресійних факторів.

4. *Крижовий і куприковий відділи хребта*: біль у ділянці крижів; болі в ділянці крижово-клубового зчленування; порушення чутливості в промежині; кокцигодінія (біль у ділянці куприка); рефлекторний синдром при остеохондрозі попереково-куприкового відділу, що супроводжується м'язово-тонічними, вегетативно-судинними й / або нейродистрофічними проявами в гострій, підгострій і хронічній стадіях патологічного процесу.

5. *Дегенеративно-дистрофічні захворювання і пара-, і посттравматичні пошкодження (свіжі та застарілі) ОРА. Стеноз хребтового каналу.*

6. *Корекція м'язового тону* поперекового та шийного відділів хребта.

7. *Порушення статики* – поліпшується постава й патологічний руховий стереотип. *Спондилоартроз. Псевдоспонділолітез.*

8. *Ускладнена патогенеруюча міофіксація еректорів спини.*

9. *Використання тракції попереково-крижового відділу хребта* в якості підготовчого етапу перед проведенням мануальної терапії.

Система Kinetrac KNX 7000 попереджає болі в ділянці хребта: профілактика в умовах санаторіїв; реабілітація осіб із важкими умовами праці; прискорює відновлення спортсмена після травми; сприяє швидкому виходу на пік спортивної форми; підтримує спортивну форму за рахунок профілактичних розвантажувальних сеансів після тренувань або змагань.

Протипоказання до застосування: *загальні*: хронічні захворювання внутрішніх органів у період декомпенсації, гострі запальні захворювання й загострення хронічних процесів; загальний важкий стан хворого; 2 і 3 триместри вагітності; *спеціальні*: порушення кровообігу спинного мозку; інфекційні захворювання хребта; захворювання, що супроводжуються системним ураженням кісткової тканини (мієломна хвороба, гіперпаратіреοїдна остеодинтрофія, виражений остеопороз); синдром стиснення спинного мозку.

Сфери застосування – неврологія, нейрохірургія, ортопедія, санаторно-курортна практика, реабілітація, профілактика захворювань хребта та ін.

Основні принципи дії системи Kinetrac KNX 7000:

1. *Навігаційна система декомпресії МХД.*

Інтелектуальна навігаційна система визначає місцезнаходження обраного диска й декомпресує його в трьох напрямках 3 D (ось X, Y, Z). Декомпресія (вправлення) дефектного диска досягається шляхом витягнення в напрямках (X, Y, Z) і впливу натискного валика (рис. 2).

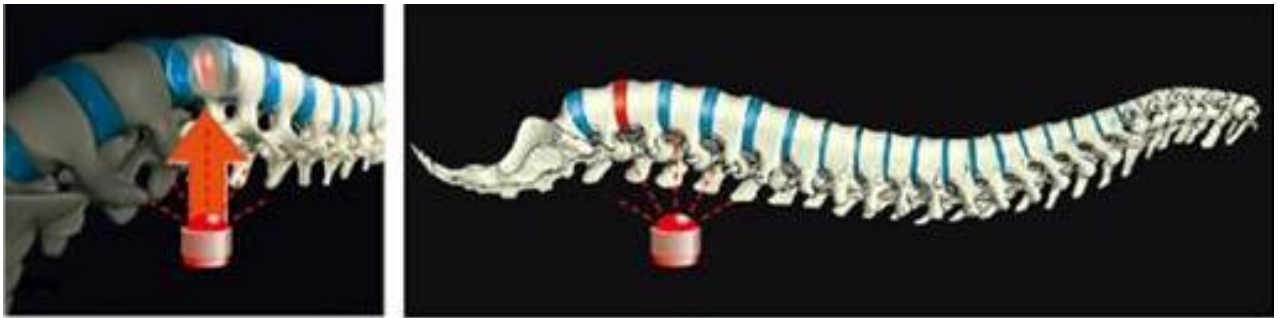


Рис. 2. Загальні вигляди натискного валика системи Kinetrac KNX 7000

Світлодіоди столу системи показують розташування валика в реальному масштабі часу. Швидкість переміщення компресійного ролика (рис. 3) складає 1 хв і 10 с / ± 5 с; сила тяги компресійного ролика (вгору) 0–30 мм; діапазон руху масажного валика: 800 ± 10 мм; діапазон похибок об'єкта натискного валика: ± 3 мм.



Рис. 3. Преміщення компресійного ролика системи Kinetrac KNX 7000

2. Корекція м'язів хребта, таза, нижніх кінцівок, глибокий масаж м'язів для пацієнтів із захворюваннями ОРА.

А. Функція коригування м'язів таза, хребта, нижньої частини ніг і шийної хребцевих частини (рис. 4), де: 1 – бічне згинання в одну або обидві сторони: 0° , 5° , 10° , 15° ; 2 – розтягнення: 5° , -5° , -10° , -15° ; 3 – ефект унаслідок комплексного впливу, у тому числі й за рахунок розтягнення м'язів поперек, таза та стегон.

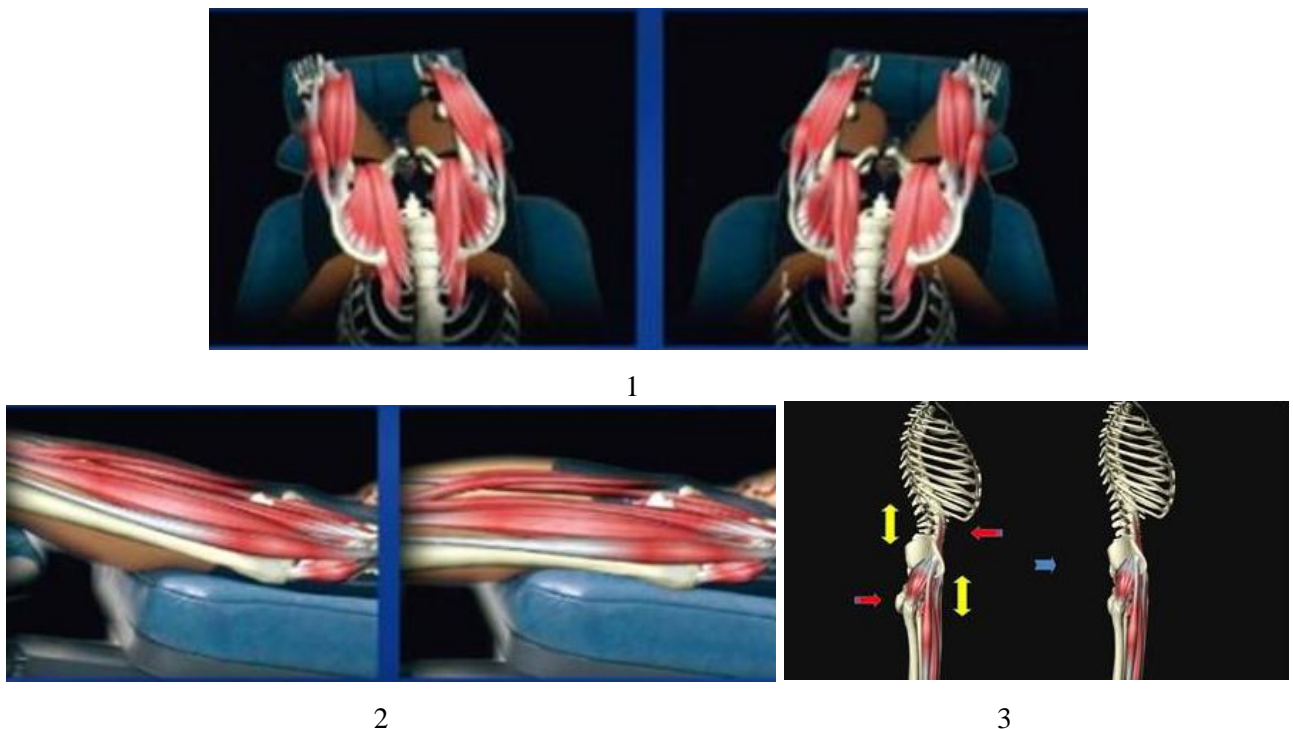


Рис. 4. Коригування м'язів таза, хребта, нижньої частини ніг і шийної хребцевих частини

Функція рухів для тазу вліво / вправо, вгору / вниз. Діапазон руху: як в одну, так і в другу сторони. Відхилення вліво – управо на 0° , 5° , 10° , 15° . Діапазон руху – розтягнення на 5° , -5° , -10° , -15° .

Б. Функція нахилу й бічної підтримки спини з можливістю витягнення під дією власної ваги. Нахил столу – $0 \sim 25^\circ \pm 5^\circ$; швидкість переміщення столу – $20 \text{ с} \pm 5$ с; діапазон переміщення столу – 0–200 мм; здатність витягнення – сила тяги = (вага ліжка + вага тіла \times (помножити на) $\sin \theta$ + сила стиснення 0–30 мм). В. Функція фіксування над'яtkово-гомiлкових суглобів. Автоматичне відключення Off зі швидкістю $8 \text{ с} \pm 2$ с. Г. Функція контролю висоти (зросту). Діапазон контролю висоти (зросту): 0–150 мм ± 5 мм. Д. Функція розсування столу. Діапазон розсування столу – 0–300 мм

(підтримка ніг при кріпленні ременя для грудних хребців і витягненні тазових). Е. *Пристосування для витягнення шийних хребців.* Діапазон переміщення осі витягнення шийних хребців: 0°, 5°, 10°, 15°; здійснюється вертикальне й горизонтальне переміщення.

Бічне згинання в одну або обидві сторони: 0°, 5°, 10°, 15° (рис. 5).



Рис. 5. Бічне згинання в одну або обидві сторони

Д. Віддалений (ручний) контролер й аварійний вимикач на екрані. Екран дисплея (у роботі) наведено на рис. 6.

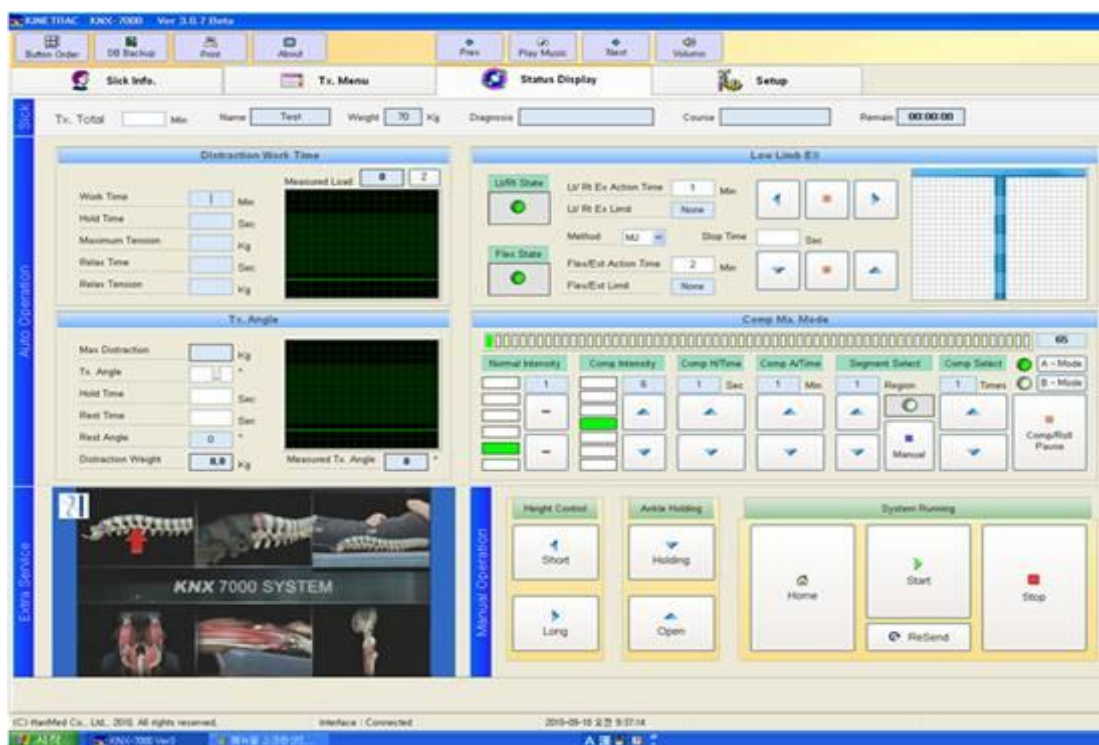


Рис. 6. Екран дисплея в роботі

Такий комплексний метод у системі Kinetrac KNX 7000 дає змогу проводити лікування захворювань хребта з мінімальним ризиком хірургічного втручання.

Технічні характеристики – масогабаритні показники: стіл з опорним електромеханічним агрегатом: (ДхШхВ): 2500х680х700 мм; вага – 300 кг; комутаційний блок – (ДхШхВ): 560х600х1000 мм; вага – 50 кг; енергозабезпечення – змінний струм 220–230 В, 50–60Гц / 400–500 Вт.

Висновки й перспективи подальших досліджень. Однією із сучасних тракційних технологій є новітня тракційно-екстензійна роботизована система Kinetrac KNX 7000 зі зворотним зв'язком для нехірургічного лікування гриж МХД методом 3D-декомпресійної терапії. Система має функцію навігації для автоматичного визначення ураженого МХД із використанням спеціальної програми для роботи декомпресора, що підтримує рухи хребта в 3-х площинах, має зрозумілий інтерфейс користувача з тривимірним графічним відображенням процесу декомпресії й точним контролем осей X, Y. Одночасно застосовують метод відновлення м'язового корсета хребта, що вміщує цілеспрямований вплив на спазмовані м'язи для відновлення балансу сил, які діють на хребет, і поліпшення кровотоку в ньому. Такий комплексний метод дає змогу проводити лікування захворювань хребта з мінімальним ризиком хірургічного втручання. Система автоматично керує всіма операціями, має вбудовані комп'ютерні програми й дає змогу легко управляти всіма функціями.

Наведений аналіз особливостей функціонування та характеристик системи Kinetrac KNX 7000 дає підставу зробити висновок про те, що її використання підвищить ефективність профілактики та фізичної реабілітації його пошкоджень і захворювань, зміцнення м'язового корсета хребта.

Перспективи подальших досліджень – проведення реабілітаційних заходів для підвищення ефективності забезпечення процесу профілактики та фізичної реабілітації пошкоджень і захворювань хребта людини, зміцнення його м'язового корсета.

Джерела та література

1. Попадюха Ю. А. Використання тракційних засобів для відновлення спортсменів після травм попереково-крижового відділу хребта / Ю. А. Попадюха, Аль Маваджех Сохіб // Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві : зб. наук. праць Волин. нац. ун-ту імені Лесі Українки. – № 4 (16). – Луцьк, 2011. – С. 54–60.
2. Попадюха Ю. А. Застосування засобів тракційної терапії у фізичній реабілітації / Ю. А. Попадюха // Міжгалузевий науково-практичний журнал. Вісник МНТУ : зб. наук. праць. – № 3. – 2009. – С. 261–266.
3. Попадюха Ю. А. Пути восстановления биомеханики поясничного отдела позвоночника при остеохондрозе, осложненным нестабильностью сегментов и протрузиями межпозвоночных 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.
4. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://kgbmed.ru/oborudovanie/kinetrac-knx7000> - Kinetrac KNX 7000.
5. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://maksimed.odessa.ua/tracomputer/>- Система TRAComputer.
6. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.8a.ru/print/12198.php>– Тракційні системи Tractizer.
7. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://octomed.ru/details/eltrac-471-enraf-nonius/>– Елтрак 471.
8. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.vitasite.ru/articles/nerv-article/bezoperaci-gryzh/>– DRX.
9. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://international.chattgroup.com/products/triton-dtsr-package> – система Triton DTS.
10. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://heaco.in.ua/g2264860-traktsionnye-sistemy> – Системи Ормед.
11. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://hospitalfts.ru/patients/equipment/details/traktsionnyy_kompleks_exten_trac_elit/ – Тракційна система Exten Trac Elit.

Анотації

Розкрито особливості застосування у фізичній реабілітації тракційно-екстензійної роботизованої системи Kinetrac KNX 7000. У статті розглянуто функціональні та конструктивні особливості тракційно-екстензійної роботизованої системи Kinetrac KNX 7000. Мета роботи – аналіз функціональних і конструктивних особливостей тракційно-екстензійної роботизованої системи Kinetrac KNX 7000 для виконання завдань фізичної реабілітації.

Ключові слова: фізична реабілітація, тракційна терапія, хребет, роботизована система, зворотний зв'язок.

***Юрий Попадюха, Алла Алёшина. Особенности применения в физической реабилитации тракционно-экстензионной роботизированной системы Kinetrac KNX 7000.** В статье рассмотрены функциональные и конструктивные особенности тракционно-экстензионной роботизированной системы Kinetrac KNX 7000. Целью работы является анализ функциональных и конструктивных особенностей тракционно-экстензионной роботизированной системы Kinetrac KNX 7000 с обратной связью для решения задач физической реабилитации.*

Ключевые слова: физическая реабилитация, тракционная терапия, позвоночник, роботизированная система, обратная связь.

***Yuriy Popadiukha, Alla Aleshina. Peculiarities of Application in Physical Rehabilitation of Traction-Extensional Robotic System Kinetrac KNX 7000.** Functional and constructive features of the Kinetrac KNX 7000 traction-extensional robotic system are considered. The purpose of this work is to analyze the functional and design features of the Kinetrac KNX 7000 traction-extensor robotic system with feedback for solving physical rehabilitation problems.*

Key words: physical rehabilitation, traction therapy, spine, robotic system, feedback.