

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ФІЗИЧНОГО
ВИХОВАННЯ І СПОРТУ УКРАЇНИ
КАФЕДРА КІНЕЗІОЛОГІЇ ТА ФІЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОЇ
РЕАБІЛІТАЦІЇ
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня магістра
за спеціальністю 017 Фізична культура і спорт
освітньою програмою «Фізкультурно-спортивна реабілітація»
на тему: **«ІНТЕГРАЦІЯ ДОПОМІЖНИХ ЗАСОБІВ У ПРОЦЕС
ФІЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ДІТЕЙ З
ІНВАЛІДНІСТЮ»**

здобувача вищої освіти
другого (магістерського) рівня
Фоменко Олена Валеріївна
Науковий керівник: Хмельницька І.В.
к. фіз.вих., доцент

Рецензент: Усиченко В.В.
доцент кафедри кіберспорту та інформаційних технологій
к. фіз.вих., доцент

Рекомендовано до захисту на засіданні кафедри (протокол № ... від 2023 р.)

Завідувач кафедри: Кашуба В.О.
доктор наук з фізичного виховання та спорту, професор

(підпис)

ЗМІСТ

С.

ВСТУП

РОЗДІЛ 1. СУЧАСНИЙ СТАН ІНТЕГРАЦІЇ ДОПОМІЖНИХ ЗАСОБІВ У ПРОЦЕС ФІЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ДІТЕЙ З ІНВАЛІДНІСТЮ ЯК НАУКОВА ПРОБЛЕМА

- 1.1. Дитячий церебральний параліч проблема сучасного суспільства
 - 1.2. Особливості ходи у дітей із ЦП
 - 1.3. Аналіз сучасних підходів до інтеграції допоміжних засобів у процес реабілітації осіб з інвалідністю
- Висновки до 1 розділу

РОЗДІЛ 2. МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

- 2.1. Методи досліджень
 - 2.1.1. Аналіз спеціальної науково-методичної літератури
 - 2.1.2. Педагогічні методи дослідження
 - 2.1.2.1. Педагогічне спостереження
 - 2.1.2.2. Педагогічний експеримент
 - 2.1.3. Метод експертних оцінок
 - 2.1.4. Методи математичної статистики
- 2.2. Організація досліджень

РОЗДІЛ 3. ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ІНТЕГРАЦІЇ ДОПОМІЖНИХ ЗАСОБІВ У ПРОЦЕС ФІЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ДІТЕЙ ІЗ СПАСТИЧНИМИ ФОРМАМИ ЦЕРЕБРАЛЬНОГО ПАРАЛІЧУ

- 3.1. Зміст та структура авторського алгоритму вибору та інтеграції допоміжних засобів у процес фізкультурно-спортивної реабілітації дітей із спастичними формами церебрального паралічу

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ВСТУП

Актуальність теми. Стратегія державної соціальної політики на сучасному етапі спрямована на створення необхідних умов для повноцінної реабілітації, соціальної адаптації та інтеграції в суспільство дітей з інвалідністю [23, 24]. До пріоритетних завдань їх реабілітації належить оволодіння життєво необхідними руховими навичками, серед яких найбільш важливими є навички самостійної ходьби [46, 47, 48, 56].

Порушення ходьби як засобу самостійного пересування дитини, що розширює її зв'язок з навколишнім світом, є однією з істотних причин, які створюють несприятливі умови для її повноцінного розвитку як особистості [12, 13, 14, 19]. Формування навичок ходьби в житті дитини набуває особливого значення, оскільки володіння або не володіння ними значною мірою визначає ступінь її інвалідності й обумовлює подальшу інтеграцію в суспільстві [3, 5, 6, 10, 55].

Однією з причин, що гальмують розвиток навички ходьби, є група синдромів, які виникають у результаті ураження головного мозку на ранніх етапах онтогенезу й узагальнюються терміном “дитячий церебральний параліч” (ДЦП) [18, 45, 50]. У дітей з церебральним паралічем (ЦП) відбувається затримка і якісне порушення всіх життєво необхідних рухових функцій, зокрема здатності до самостійного пересування [19, 22]. Подолання цієї вади можливе тільки під час організації спеціального навчання і виховання дітей з ДЦП як однієї з категорій аномальних дітей, що передбачає створення необхідних умов для реалізації їхніх актуальних і потенційних можливостей [16, **Error! Reference source not found.**, 54].

Мета дослідження – науково обґрунтувати та розробити алгоритм інтеграції допоміжних засобів у процес фізкультурно-спортивної реабілітації дітей із спастичними формами церебрального паралічу.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати сучасний стан проблеми інтеграції допоміжних засобів у процес фізкультурно-спортивної реабілітації дітей з інвалідністю (на прикладі дітей із спастичними формами церебрального паралічу).

2. Узагальнити дані спеціальної літератури щодо інтеграції технічних засобів та методичних прийомів штучного керуючого середовища у процес реабілітації дітей з інвалідністю.

3. Розробити алгоритм інтеграції допоміжних засобів у процес фізкультурно-спортивної реабілітації дітей із спастичними формами церебрального паралічу.

Об'єкт дослідження – допоміжні засоби у процесі фізкультурно-спортивної реабілітації дітей з інвалідністю.

Предмет дослідження – алгоритм інтеграції допоміжних засобів у процес фізкультурно-спортивної реабілітації дітей із спастичними формами ЦП.

Методи дослідження: аналіз спеціальної науково-методичної літератури; соціологічні методи, педагогічні методи дослідження: педагогічне спостереження, педагогічний експеримент; метод експертних оцінок; методи математичної статистики.

Наукова новизна отриманих результатів:

уперше визначено спрямованість підвищення ефективності фізкультурно-спортивної реабілітації дітей із спастичними формами ЦП;

уперше визначено алгоритму вибору та інтеграції допоміжних засобів у процес фізкультурно-спортивної реабілітації дітей із спастичними формами ЦП;

доповнена інформація відносно засобів зовнішнього управління рухами дітей з інвалідністю з заданими індивідуальними параметрами, якими є роботизовані ортези, мобільні екзоскелетні костюми, роботизовані реабілітаційні системи, електромеханічні тренажери ходьби.

Практична значущість отриманих результатів які представлені у магістерській дипломній роботі можуть бути представлені як курси підвищення кваліфікації фізкультурно-спортивних реабілітологів у ЗВО, які надають фізкультурно-спортивні послуги.

Структура магістерської роботи. Магістерська робота представлена на 71 сторінці комп'ютерного тексту, складається зі вступу, трьох розділів, висновків, робота містить 30 рисунків та 2 таблиці. У роботі використано 56 джерел літератури.

РОЗДІЛ 1

СУЧАСНИЙ СТАН ІНТЕГРАЦІЇ ДОПОМІЖНИХ ЗАСОБІВ У ПРОЦЕС ФІЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ДІТЕЙ З ІНВАЛІДНІСТЮ ЯК НАУКОВА ПРОБЛЕМА

1.1 Дитячий церебральний параліч проблема сучасного суспільства

Серед аномалій дитячого віку велику групу становлять діти з поєднаними порушеннями ЦНС та опорно-рухового апарату та серед них – діти з дитячими церебральними паралічами. ДЦП займають перше місце у світі у структурі захворювань за неврологічним типом [13, 14]. За даними різних джерел [4, 23, 29], у промислово розвинених країнах на 1000 новонароджених дітей припадає від 1,5 до 5,9 дітей із церебральним паралічем. В Україні налічується понад 40 тисяч хворих на ДЦП [6].

Рухові розлади цієї категорії дітей можуть проявлятися по-різному: як паралічів (парезів), порушень м'язового тону і координації рухів, мимовільних рухів (гіперкінезів), які можуть поєднуватися друг з одним. Відмінність клінічних проявів при ДЦП зумовила виділення у межах цього захворювання різних форм, що відрізняються одна від одної локалізацією та специфікою рухових порушень.

У світі відомо близько 20 класифікацій ДЦП. У нашій країні для диференціальної діагностики найчастіше використовують класифікація, запропонована К.А. Семенової [37, 38, 39]. В рамках даної класифікації виділяють 5 форм захворювання: спастичну диплегію, геміпаретичну, подвійну геміплегію, гіперкінетичну та атонічно-астатичну [37, 38, 39].

В Україні, в деяких регіонах, крім вищезгаданої, також застосовується класифікація, запропонована В.І. Козьявкіним [23, 24]. Згідно з останньою, всі прояви ДЦП в залежності від переважного ураження пірамідної, екстрапірамідної або мозочкової системи відображені у трьох формах: спастичної, представленої різними варіантами, гіперкінетичної та атактичної або атетозної [23, 24].

Спастичні форми з різною частотою залучення кінцівок у патологічний процес спостерігаються у 51-87% дітей із ДЦП [45, 46]. Дані форми церебрального паралічу обумовлені ураженням пірамідної системи, яка відповідає за виконання довільних рухів. Найбільш характерним їх проявом є порушення м'язового тону на кшталт спастичності, головною ознакою якого є підвищення збудливості та скорочувальної здатності м'язів, що заважає виконанню різних рухових актів. Основну причину таких порушень з позиції теорії онтогенезу пов'язують з ураженням відділів мозку, які здійснюють контроль над м'язовим збудженням [44, 49].

Розрізняють кілька різновидів спастичної форми.

Спастична диплегія – форма ДЦП, що найчастіше зустрічається, характеризується руховими порушеннями верхніх і нижніх кінцівок з переважним ураженням останніх. Ступінь залучення верхніх кінцівок у патологічний процес може бути різною - від виражених парезів до легкої незручності, яка виявляється при розвитку у дитини тонкої моторики, у зв'язку з цим ця форма нерідко зветься «параплегії» [40].

При спастичній геміплегії порушення відзначаються переважно на одній стороні – правій чи лівій. Діти з цією формою ДЦП найбільш ураженої зазвичай є верхня кінцівка [40, 51].

Подвійна геміплегія, що є найважчою формою ДЦП, відрізняється ураженням усіх кінцівок, з переважним ураженням рук. У цій категорії спостерігається найбільш сильна затримка розвитку рухових та психічних функцій [23, 24, 30].

Гіперкінетична форма проявляється зміною тону м'язів, переважно шляхом м'язової ригідності або дистонії, наявністю мимовільних рухів (гіперкінезів), які зазвичай поєднуються з парезами [23, 24, 30]. Порушення при даній формі обумовлені ураженням підкіркових утворень мозку та відповідно екстрапірамідної системи, зокрема стріо-палідарної системи [23, 24, 33].

Атонічно-астатична форма, що зустрічається значно рідше за інші форми, характеризується парезами, низьким тонусом м'язів за наявності патологічних тонічних рефлексів, а також порушенням координації руху та рівноваги [23, 24,

33]. Причиною порушень при цій формі церебрального паралічу є ураження мозочка [23, 24, 33]. Недостатній контроль відповідних центрів за патологічною активністю стовбура мозку є основою рухових розладів і виявляється у порушенні управління рухів – координації рухів [23, 24, 33, 35].

Критерії діагностики ДЦП:

- обтяжений анамнез вагітності та пологів (інфекції, інтоксикації, резус-конфлікт, пологова травма та ін.);
- ранні порушення локомоторного розвитку дитини;
- поєднання у клінічній картині паралічів і парезів різної локалізації, гіперкінетичних синдромів, мовних, координаторних, інтелектуальних порушень [23, 24, 33].

Остаточний діагноз ДЦП звичайно може бути встановлений після першого року життя, коли рухові, мовні та психічні порушення стають явними [23, 24, 33].

Диференційну діагностику проводять із хворобами обміну речовин (фенілкетонурія, галактоземія, вроджений гіпотиреоз, гіперурикемія, порушення ліпідного обміну та ін.); лейкоцистозами; нервово-м'язовими захворюваннями (спинальна аміотрофія Вердніга-Гоффманна); спадково-дегенеративними захворюваннями ЦНС (хвороба Штрюмпелля, хвороба Галлервордена-Шпатца, хвороба Фара, хвороба Вільсона-Коновалова); факоматозами (туберозний склероз); наслідками уражень ЦНС (черепно-мозкові травми, нейроінфекції та ін.), перенесених після 1 міс; «манежним» бігом навшпиньках при кататонічному синдромі в дітей з раннім дитячим аутизмом і шизофренією; з опорою на носки як етапом формування вертикальної пози і ходи в дитини віком до року [23, 24, 33, 49].

Приклади формулювання діагнозу:

Якщо причина ураження мозку і розвитку ДЦП відома, на початок виноситься етіологічний діагноз, а ДЦП є синдромом основного захворювання: дисгенезія головного мозку (фокальна коркова дисплазія лівої скроневої доли), синдром ДЦП, правобічний геміпарез. Симптоматична скронева епілепсія [23, 24, 33].

Якщо важко встановити етіологію, то основним захворюванням є ДЦП: наслідки перинатального (гіпоксично- травматичного) ураження ЦНС, ДЦП, гіперкінетична форма [23, 24, 33, 52].

Принципи реабілітації

Загальні: 1) адаптація до життя хворих із тяжким дефектом; 2) своєчасність, безперервність, взаємозв'язок реабілітаційних заходів (лікування, профорієнтація, соціально-психологічна допомога); 3) апеляція до особистості пацієнта, виховання у нього вольових рис, цілеспрямованості; 4) етапність соціальної і медичної допомоги залежно від віку: спеціалізований дошкільний дитячий заклад, школа-інтернат, профтехучилище, коледж; 5) амбулаторне, стаціонарне, санаторне лікування (неврологічний, ортопедичний стаціонари, протезні підприємства); 6) участь спеціалістів різного профілю (лікар-реабітолог, психолог, невролог, педіатр, логопед, ортопед та ін.) [23, 24, 33].

Конкретні: 1) індивідуальні програми реабілітації, які включають своєчасні та достатні для віку заходи; 2) розумне поєднання консервативного й оперативного лікування; 3) раціональне протезування; 4) корекція порушень вищої нервової діяльності, особистісних особливостей; 5) ранній розвиток трудових навичок з урахуванням характеру дефекту; 6) відповідна профорієнтація [23, 24, 33].

1.2 Особливості ходи у дітей із ЦП

Хо́да - з точки зору біомеханіки - складне, симетричне, циклічне пересування, пов'язане з відштовхуванням тіла від опорної поверхні та переміщенням його у просторі [22, 47].

В ході розрізняють 4 компонента:

- координовані рухи в нижніх кінцівках, в основі яких лежить рефлекс кроку;
- опорний статичний тонус м'язів нижніх кінцівок, протидіючий силі тяжіння;
- статичні реакції рівноваги, необхідні для стійкості в умовах переміщення центру тяжіння;

- тонічні рефлексії положення, що впливають в цілому на переміщення тіла у просторі [22, 47, 53].

Особливістю ходи є те, що тіло ніколи не втрачає зв'язку з опорою, опора поперемінно переноситься то на одну ногу, то на іншу. Час, коли одна нога торкається опори називається одноопорний період, а коли кінцівку виносять вперед, нога торкається опори, а інша ще не піднялась, лишилась позаду називається двоопорним періодом [22, 41, 47].

Аналіз кінематики, опорних реакцій роботи м'язів показав, що протягом циклу ходьби відбувається зміна біомеханічних подій [22, 41, 47, 53]. М.В. Іваніцкій [17] для опису кроку запропонував використання кінематичної структури локомоції, згідно з якою, циклом ходи є подвійний крок, що складається з двох поодиноких кроків. Він поділив крок на дві фази: передній крок та задній. А весь цикл крокування поділив на шість послідовних фаз що змінюються: передній крок ноги, на котру спираємось, момент вертикалі опорної ноги, задній крок опорної ноги, момент вертикалі вільної ноги, передній крок вільної ноги [17]. В кожній із фаз відбувається узгоджена робота м'язів нижніх кінцівок, тулуба та верхніх кінцівок. Особливе значення для акта ходи набуває скоординована праця м'язів нижніх кінцівок, котра і визначає успішне виконання локомоції [22, 41, 47].

Хо́да людини характеризується елементами кроку (довжина, ширина або база кроку, кут розведення стопи) [22, 41, 47]. Численними випробуваннями [22, 41, 47] було встановлено, що розвиток моторики, в тому числі і локомоторики, визначає фактор дозрівання та навчання. Кожен з факторів в різні періоди онтогенезу різний. В ранньому періоді, на розвиток моторики домінуючий вплив має свідомість, а навчання, присутнє у вигляді спостереження правильного зразка ходи [19, 22, 41, 47, 53].

Л.С. Виготский: «дитина з руховими розладами, повинна дотримуватися тієї самої закономірності розвитку, що й здорова дитина тобто: тримати голову, перевертатись, сидіти, повзати, стояти, ходити» [7]. Разом з тим, треба враховувати особливості порушень та моторного розвитку [7].

В залежності від рухового дефекта І.С. Петухова виділяє чотири ступеня тяжкості рухового порушення [34].

- *легкий ступінь ураження* – діти пересуваються самостійно, але під впливом нередуцированих тонічних рефлексів рухи змінені, відбувається розкачування тулуба в сагітальній та фронтальній площині, але фіксовані деформації відсутні [34];

- *середній ступень ураження* – дитина крокує з додатковими засобами опори, має деформацію в суглобах, що формує патологічний стереотип ходи [34];

- в групу з тяжкими порушеннями входять діти що самостійно не рухаються. Їх поділяють на дві групи: ті що мають потенційні можливості пересуватися, але глибокі парези та деформації не дають можливості ходити. Друга група – це діти, на думку автора, не здатні для пересування, тому що мають фіксовані деформації кінцівок, випрямні реакції не розвинені, чи розвинені слабо. Різко виражені тонічні рефлексивні, опорна здатність верхніх кінцівок не розвинена [34].

Клінічна картина локомоторних порушень.

Вважають, що в основі клінічної картини локомоторних порушень є три фактори: позотонічні рефлексивні, парези та порушення тонусу м'язів [34]. Патологічні тонічні та установчі рефлексивні спрацьовують, як спусковий механізм в формуванні згинальної пози дитини, яка з'являється при ході та стоянні. Парези визначають дефіцит їх функцій в складних та елементарних рухах. Все це призводить до послаблення активних рухів кінцівок, зменшення стійкості та коливань тулуба при ході. Зміна тонусу м'язів, за спастичним типом, викликає обмеження в суглобах доводячи їх до специфічної патологічної постави [36].

За даними літературних джерел та наукових досліджень [6, 8, 9] парези та спастичність м'язів нижніх кінцівок у дітей з ДЦП розподіляються нерівномірно: 70% – розгиначі стопи, 64% – великої та середньої сідниці, 15-25% – розгиначі та згиначі гомілки. Ослаблення функцій цих м'язів на 1-3 бали (за 5 бальною клінічною системою) комбінується з помірною або

вираженою спастичністю прямого м'яза стегна (19%), м'яз що приводить стегно (19%), згиначі гомілки (26%) та трицепс гомілки (50%). При цьому у функціональному відношенні спастичні м'язи ослаблені на 1-3 бала. Особливості початкової вертикальної пози дітей з ДЦП виявляються в ході. Незалежно від клінічних проявів, стереотип пози та руху характеризується двома різновидами: лабіринтно-тонічного рефлекс та шийно-симетричного рефлекс [6, 8, 9].

Лабіринтно – тонічний рефлекс – потрійне згинання в суглобах; приведення та ротація до стегна; еквінусна установка стопи; тулуб нахилений відносно вертикалі; проекція ЗЦТ зміщена вперед, чи назад від опорної площини; балансує руками; ноги при крокуванні зігнуті в колінах, стегна приведені до перехрестя на рівні колінних суглобів, ротовані до середени; коливання тулуба в усіх площинах [6, 8, 9, 11].

Шийно-симетричний тонічний рефлекс – кроки на прямих кінцівках; згинання у колінному суглобі обмежено; опора на передній відділ стоп; тулуб вертикальний, але при цьому лордоз стає більшим; верхні кінцівки зігнуті в ліктьовому суглобі; рухи не стійкі але, як правило, діти крокують без опори; темп ходи високий, крок мінімальний [6, 8, 9, 11].

В останні роки вивчають комплексну деформацію суглобів, що формує патологічний стереотип ходи. В клінічній картині порушень виділяють декілька синдромів, вплив того чи іншого синдрому визначає ходу ДЦП [6, 8, 9, 11].

А.М. Журавльов виділив наступні синдроми: ректус синдром; хамстрінг синдром; тріцепс синдром; адукторний синдром; тібіальний синдром; ротаційний [46].

Ректус синдром – тонус внутрішніх груп м'язів згиначів гомілки (нижнього, напівсухожилкового та напівперетинкового) [46].

Хамстрінг синдром - характеризується підвищеною напругою групи задніх двосуглобних м'язів стегна. Вертикальна поза таких хворих приймає Z образну форму [46].

Тріцепс синдром – контрактура триголового м'яза гомілки [46].

Адукторний синдром – контрактура односуглобових м'язів, м'язів що приводять стегно, двосуглобового нижнього м'яза та м'яза що сгинає гомілку [2, 46].

Тібіальний синдром – особливості пози та ходи, що сформувалися за допомогою синергії згиначів тібіальної синкенизії Штрюмпеля і фееномена Вестфала. Цей синдром характеризується підвищенням тонусу розгиначів стопи [2, 46].

Ротаційний синдром – пов'язаний з підвищеним тонусом ротаторів стегна [2, 46].

Розглянувши патогенез ходи можна припустити, що в результаті порушення розвитку ділянок кори великих півкуль, включаючи і коркові структури рухового кінестетичного аналізатора, у дітей з ДЦП відбувається неправильне сприйняття, переробка та синтез сигналів сенсорної інформації, що надходять в коркові структури зоровими, слуховими та іншими сенсорними шляхами [2, 15, 46]. І тому, як програма дії, так і результат будуть характеризуватися ступенями спотворення. Наслідком є порушення формування кінестетичного відчуття та кінестетичної пам'яті, що є основою рухової дії. Навчання і створення у дитини з ДЦП умовно-рефлекторних зв'язків буде вимагати більше часу, ніж у здорової дитини. Тобто, формування навичків може затягнутись на необмежений час. Тому, треба відразу формувати правильні образи руху на основі зниження м'язового тонусу, забезпечення фізіологічно правильної вихідної пози та цілеспрямованої корекції руху. Особливу роль потрібно відводити сенсорній корекції руху [2, 27, 28, 46].

1.3 Аналіз сучасних підходів до інтеграції допоміжних засобів у процес реабілітації осіб з інвалідністю

Важливою проблемою реабілітації людини, яка має важкі рухові порушення через захворювання і травми головного і спинного мозку - відновлення їх ходьби. Новим напрямом з відновлення таких людей є метод зовнішньої реконструкції ходьби із застосуванням *роботизованих комплексів* з

широкими можливостями моделювання в реальному часі ступеня рухової участі самої людини [27, 28, 42, 43].

Одними з найбільш досконалими такими системами для відновлення ходьби є: роботизована система *Lokomat* [20].

Однією з найбільш досконалих таких систем для тренування ходьби є реабілітаційна роботизована система *Lokomat* фірми Носома, (Швейцарія) [20], (рис. 1. 1).



Рис. 1. 1. Види роботизованої реабілітаційної системи Lokomat [20]

Lokomat фірми Носома, (Швейцарія), має такі базові компоненти [20]:

- роботизований ортопедичний пристрій для відновлення навичок ходьби Lokomat Robotic Gait Orthosis, що вміщує: автоматичну систему з електроприводом для колінних і кульшових суглобів для людей з різною статурою;

- ПК з програмне забезпечення (ПЗ) для контролю ортопедичного пристрою має РК-монітор 15"; набір манжет-ременів для кріплення ніг; два пояси для безпечного кріплення людини;

- два інтегровані в зовнішні ортези двигуни, які забезпечують рух в нижніх кінцівках, що здійснюється по заздалегідь заданій траєкторії з високою повторюваністю паттерну ходьби;

- ПЗ з операційною системою для контролю в реальному часі чотирьох електроприводів; програму користувача (контроль положення людини за допомогою параметрів);

- регульовані швидкість бігового полотна та коефіцієнт довжини ніг, регулювання параметрів відновлення навичок ходьби;

- згинання та розгинання стегон і колін, ступінь підтримки електроприводів, моніторинг помилок;
- система розвантаження ваги пацієнта Levi з електронними вагами з безступінчастим регулюванням розвантаження у діапазоні 0 - 75 кг;
- максимально допустима вага користувача 135 кг;
- рампа для в'їзду на бігову доріжку на інвалідному візку;
- висота стелі приміщення - мінімум 280 см;
- бігова доріжка Woodway S55 з біговим полотном з вулканізованої гуми розміром 157 x 55 см;
- змінна швидкість доріжки 0-10 км/год. (з кроком у 0,1 км/ч);
- зовнішній монітор для контролю швидкості, відстані та часу;
- паралельні бруси, що регулюються по ширині (40-100 см), висоті (71-127 см); 2 вбудованих табурета для фахівців (регулюються поздовжньо і по висоті); серійний порт ПК-RS 232 [20].

На початку курсу навчання (відновлення) ходьби робот забезпечує пасивні рухи в нижніх кінцівках, імітуючи крок, а в міру відновлення рухів частка активної участі людини в локомоції збільшується, забезпечується висока інтенсивність тренувань і повторюваність крокових рухів, які є основними принципами відновлення ходьби [20].

Система Lokomat дозволяє проводити локомоторну терапію за допомогою роботизованих ортезів на біговій доріжці, допомагає людині з порушенням ходьби виконувати рухи на біговій доріжці та комбінує функціональну локомоторну терапію з оцінкою [20].

Особливості роботизованої рухової терапії:

- функціональний рух і сенсорна стимуляція грають важливу роль у реабілітації людини з неврологічними порушеннями з-за інсульту, травматичних пошкоджень спинного та головного мозку, з розсіяним склерозом, церебральним паралічем, іншими неврологічними захворюваннями;
- проведення класичного інтенсивного рухового відновлення фізичними вправами вимагає великої кількості медичного персоналу. З огляду на те, що

при класичному виді терапії людина відчуває велике навантаження, а порівняно невелика кількість часу може бути витрачена на кожне тренування;

- відновлення, що здійснюється «вручну» є важким для здійснення якщо людина має велику вагу або спастичні прояви [20].

При використанні системи Lokomat навіть при проведенні інтенсивного рухового відновлення у «проблемних» пацієнтів тренувальну сесію проводить всього один фахівець [20].

Переваги терапії на комплексі Lokomat:

- роботизовані ортези ходьби ведуть ноги людини по біговій доріжці, дозволяючи під час ходьби варіювати відновними можливостями;

- швидкий прогрес відновлення (фізичної реабілітації) досягається завдяки більш тривалим і інтенсивним функціональним тренуванням порівнянно з мануальними тренуваннями на біговій доріжці;

- зниження навантаження на обслуговуючий персонал оскільки управління системою забезпечує один оператор (інструктор);

- рухова активність людини легко координується та аналізується;

- зразок ходьби і сила опору руху підбираються індивідуально для кожної людини; її мотивація значно підвищується завдяки БЗЗ, який відображається візуально;

- інструменти оцінки точно вимірюють прогрес людини з її подальшим відтворенням; за необхідності проводиться перемикання з автоматизованої на мануальну терапію;

- людина в інвалідному візку, може бути без особливих зусиль переведена на бігову доріжку і закріплена фіксаторами в Lokomat;

- керовані ПК мотори Lokomat синхронізовані зі швидкістю бігової доріжки; вони задають ногам людини траєкторію руху, яка формує ходьбу, що близька до фізіологічної;

- зручний зв'язок з ПК дозволяє інструктору легко управляти системою і регулювати параметри відповідно до потреб кожної людини [20].

Тривалість тренування на системі Lokomat. Перше тренування триває 10-15 хвилин; при добрій переносимості людини - до 20 хвилин. Тривалість

кожного наступного тренування можна збільшити на 5 хвилин; максимальна тривалість заняття (тренування) - 40 хвилин. При погіршенні самопочуття людини, появи у неї скарг, об'єктивних ознак перевтоми - тренування слід припинити [20]. Розвантаження маси тіла дозволяє зменшити навантаження на людину, «полегшивши» її вагу і створивши, тим самим, умови для ходьби. Вибір початкового значення розвантаження залежить від деяких факторів:

- *рівень ураження*: шийний відділ хребта ($\frac{2}{3}$ від маси тіла); грудний відділ хребта ($\frac{1}{2}$ від маси тіла); ПВХ ($\frac{1}{2}$ від маси тіла);

- *ступінь неврологічного дефіциту*: плегія ($\frac{2}{3}$ маси тіла); парез ($\frac{1}{3}$ від маси тіла); *ортостатичні реакції в анамнезі*: так ($\frac{2}{3}$ маси тіла); ні ($\frac{1}{3}$ від маси тіла) [20].

При добрій переносимості тренувань розвантаження маси тіла людини кожні 2-3 дні зменшують на 5 кг. Відмінити розвантаження повністю не рекомендується; в такому випадку людина буде, крім власної ваги, нести додатковий вантаж і якість ходьби погіршиться. У будь-якому випадку, слід залишити 10-15 кг розвантаження [20].

Довжину кроку визначають візуально, регулюють за допомогою настройки «кут рухів у кульшовому суглобі» (більше кут - ширше крок) [20, 31].

Ширину кроку регулюють за допомогою поперечних кріплень ортезів на стегні і на гомілці таким чином, щоб поперечна відстань між стопами дорівнювала ширині долоні (8-9 см) [20].

Швидкість ходьби за замовчуванням дорівнює 1,5 км/год. Оцінивши візуально якість ходьби, можна прискорити або сповільнити рух. На початковому етапі немає необхідності часто міняти швидкісний режим.

Частота кроків визначається через параметр «коефіцієнт пацієнта», що потрібен для синхронізації кроків людини з рухомою біговою доріжкою. Він розраховується автоматично системою Lokomat і залежить від довжини гомілки людини. Чим менше значення «коефіцієнт пацієнта», тим частіші кроки він робить [20].

Виникають деякі ситуації, що пов'язані з «коефіцієнтом пацієнта»:

- частота кроків пацієнта в Lokomat вище швидкості доріжки, пацієнт «ковзає» по ній; в цьому випадку слід збільшити «коефіцієнт пацієнта»;
- частота кроків пацієнта менше швидкості доріжки, пацієнт «не встигає» за нею, «затинається» об неї - «коефіцієнт пацієнта» зменшують [20].

Перед заняттям на Lokomat проводять розминку: ЛФК, вібротерапія, перші кілька хвилин в апараті людині дають походити «в повітрі», не опускаючи на бігову доріжку, використовують програму L-STIFF [20].

На наступному етапі відновлення: продовжують поступово знижувати розвантаження маси тіла людини:

- зменшують силу роботи апарату (горизонтальне розвантаження);
- на тлі зменшення розвантаження маси тіла і сили роботи апарату проводять тренування зі зміною швидкості ходьби;
- швидкість руху можна регулювати як вручну, так і автоматично.

Після закінчення курсу відновлення (реабілітації) часто проводять контрольну електронейроміографію, оцінюють динаміку в неврологічному статусі.

У виписному епікрізі (довідці) дають рекомендації з подальшого відновлення, в тому числі повторної реабілітації з використанням системи Lokomat.

Система Lokomat Basic (рис. 1.2) має базовий комплект, аналогічний системі Lokomat і складається з роботизованих ортезів ходьби і системи підтримки маси тіла, що комбіновані з біговою доріжкою:

- людина в інвалідному візку без особливих зусиль переводиться на бігову доріжку і кріпиться фіксаторами в системі; керовані комп'ютером мотори системи синхронізовані зі швидкістю бігової доріжки;
- мотори задають ногам людини траєкторію руху, яка формує ходьбу, близьку до фізіологічної; зручний зв'язок з комп'ютером дозволяє інструктору просто управляти системою і регулювати параметри відповідно до потреб кожної людини [20].

Автоматизація процесу дозволяє зменшити фізичне навантаження на інструкторів і проводити більш тривалі та ефективні заняття для людини [20, 32].



Рис. 1.2. Види роботизованої реабілітаційної системи Lokomat Basic [20]

Точна динамічна підтримка маси тіла людини оптимізує фізіологічне тренування ходьби:

- спеціальна динамічна підвісна система рівномірно розвантажить масу тіла людини, сприяючи створенню умов для більш фізіологічної ходьби та оптимальної сенсорної стимуляції;

- коригування значення розвантаження маси тіла забезпечує тренування дітей і людини з малою вагою;

- автоматизація підйому людини, розвантаження її маси дозволяють регулювати тренувальне заняття, рівень підтримки маси тіла точно задається для кожної людини, гарантуючи оптимальні умови тренування [20].

Система Lokomat Pro (рис. 1.3) має базовий комплект аналогічний системі Lokomat і складається з роботизованих ортезів ходьби і системи підтримки маси тіла, що комбіновані з біговою доріжкою [20].

Новий модуль FreeD покращує відновлення дозволяючи виконувати бічні рухи і поперечні обертання тазу, людина може повністю перенести вагу на ногу і тим самим активувати постуральні м'язи і поліпшити баланс; вільне відведення і приведення стегна, як і бічний зсув розвантаження ваги тіла, повністю синхронізовані з рухами тазу і ортезів [20].



Рис. 1.3. Загальні види реабілітаційної системи Lokomat Pro [20].

Lokomat Pro 6-ї версії (2011р.) має новий і більш компактний дизайн, і в стандартній комплектації має розширений БЗЗ і сенсорний екран. Оновлені опції (додаткові ступені свободи в кульшовому суглобі, просунута стратегія управління, велика швидкість ходьби) допомагають розширити функції Lokomat Pro версії 6 до рівня передової системи, яка підтримує фахівців і людину в досягненні їх завдань відновлення [20].

Система забезпечує оцінку стану людини, підвищення мотивації і передові стратегії управління:

- БЗЗ і додаткові функціональні засоби спрямовані на підтримку програми локомоторної терапії з урахуванням потреб людини;
- посилена мотивація людини здійснюється за рахунок специфічного управління фізичним навантаженням і розширеного зворотного зв'язку;
- вимірювання активних рухів людини спеціальними силовими датчиками, розміщеними на пристроях руху (роботах), дозволяє адаптувати інтенсивність механічної асистенції руху для кожної кінцівки окремо в діапазоні від нульової до максимальної, стимулюючи людину працювати старанніше;
- педіатричні ортези (Pediatric Orthoses); інтегрована система БЗЗ монітору ходьби людини візуально відображається в реальному часі, підвищуючи її мотивацію і стимулюючи на активну участь у процесі

відновлення (фізичної реабілітації); додатковий модуль, що пропонує перші роботизовані ортези для функціональної та мотивуючої локомоторної терапії маленьких дітей [20] (рис. 1.4).



Рис. 1. 4. Роботизовані ортези Lokomat Pro для маленьких дітей [20].

Аналогічно системі Lokomat вона має інструменти зручної оцінки стану людини:

- здійснює запис даних про ходу, кожного кроку і зберігає їх для аналізу і документації;

- вимірює ригідність кульшового та колінного суглобів у момент проведення руху нижньою кінцівкою по заданій траєкторії, записуючи величину крутного моменту; вимірює ізометричну силу людини, яка перебуває в статичному положенні; надає точні вимірювання обсягу руху кульшового та колінного суглобів людини в пасивному стані без допомоги двигунів Lokomat;

- здійснюючи ходьбу по біговій доріжці, людина отримує необхідну інформацію від рецепторів нижніх кінцівок, що дозволяє заново формувати навички моторної активності [20].

Запис і зберігання даних стану людини набором стандартних засобів оцінки під час перебування людини в системі. Додаткові експертні та дослідницькі функції Lokomat мають: тренувальні програми - параметри тренування попередньо програмуються; записуючий пристрій зберігає дані про тренування для відтворення та аналізу. Для високотехнічної терапії та наукових цілей система підтримки маси тіла (Lokolift) використовується і як окрема опція, яка дозволяє проводити постійну і точну підтримку маси тіла і розвантажувати опорну фазу ходьби [20].

Lokomat Nanos (рис. 1.5) – це компактна система роботизованої локомоторної терапії, яка представлена на додаток до системи Lokomat Pro. Вона допомагає підвищувати ефективність тренування, порівняно з мануальною локомоторною терапією, відмінно підходить для амбулаторних і неамбулаторних пацієнтів і складається з роботизованих ортезів для ходьби, системи підтримки ваги Levi і бігової доріжки ремінного типу [20].



Рис. 1.5. Загальні види і компоненти системи Lokomat Nanos [20]

Ноги людини направляються по біговій доріжці відповідно до запрограмованої фізіологічної траєкторії ходьби у ПЗ комп'ютерної системи. Контрольований комп'ютером системи напрямок дозволяє проводити індивідуальні настройки різних параметрів ходьби [20].

Система має керовані комп'ютером роботизовані двигуни високої якості, що вбудовані в ортези кожного колінного і кульшового суглобів. Завдяки ПЗ системи приводи точно синхронізовані зі швидкістю бігової доріжки, ця чутлива система забезпечує точну відповідність між швидкістю ортезів і бігової доріжки [20].

Для досягнення фізіологічно правильної траєкторії ходьби кути зазначених суглобів за допомогою ПЗ контролюються в реальному часі. Робота кожного з 4-х суглобів постійно відстежується за допомогою ПЗ системи для того, щоб вони точно дотримувалися встановленої (запрограмованої) траєкторії ходьби [20].

Роботизовані ортези для ходьби Lokomat Nanos індивідуально налаштовуються відповідно до анатомії кожної людини. Для забезпечення комфортного

локомоторного тренування індивідуально налаштовуються: ширина таза, довжина верхньої та нижньої частини ноги, розмір і положення манжет для ступень [20].

Інтерфейс користувача забезпечує просте управління системою Lokomat Nanos, дозволяє легко налаштовувати тренувальні параметри за допомогою сенсорного дисплея системи для задоволення індивідуальних потреб людини в будь-який момент тренувальної сесії. Люди у інвалідних візках легко доставляються по рампі на бігову доріжку і швидко фіксуються в системі, постійно контролюється і коригується підтримка ваги тіла людини [20].

Просте управління: автоматичний підйом людини і розвантаження її ваги полегшують налаштування і тренування [20].

Переваги системи Lokomat Nanos:

- завдяки компактному формату система може бути розміщена в приміщеннях малої площі і висотою стелі 240 см, має усі необхідні важливі характеристики для ефективного роботизованого тренування ходьби;

- роботизовані ортези з приводами направляють ноги людини по біговій доріжці, створюючи широкий спектр тренувальних можливостей;

- більш швидкий прогрес завдяки більш тривалим та інтенсивним тренувальним сесіям порівняно з мануальними; зниження фізичного навантаження на фахівців, які обслуговують систему;

- основний індикатор ходьби здійснює моніторинг і поліпшену мотивацію людини завдяки розширеному БЗЗ, що візуалізує виконання певного локомоторного завдання [20].

Lokomat Pro (Pediatric) - система роботизованої локомоторної терапії (з педіатричними ортезами) для дітей (рис. 1. 6) забезпечує лікування та фізичну реабілітацію маленьких дітей з ДЦП, травмою головного мозку та іншими захворюваннями ЦНС [20].



Рис. 1.6. Загальні види і складові системи Lokomat Pro (Pediatric) [20]

Pediatric Orthoses - перший зйомний модуль в світі, що здійснює локомоторну терапію роботизованими ортезами на біговій доріжці у дітей:

- гарантується оптимальне налаштування і комфорт для кожної дитини; зменшені роботизовані ортези ходьби мають всі переваги системи Lokomat Pro для дорослих; спеціальні ремені безпеки і манжети забезпечують оптимальне налаштування та безпечне використання системи для дітей різного віку;

- модуль легко адаптується до умов клініки, використовується для відновлення (реабілітації) порушень функції ходьби у дітей з 1,5 - 2-х річного віку. Довжина ортезів регулюється індивідуально під зріст дітей, починаючи з росту у 86 см;

- це опціональний модуль системи Lokomat Pro; для використання його слід змінити модуль ортезів для ходьби (за 5-10 хвилин). Після установки педіатричного модуля необхідно відрегулювати манжети, ремені та стопофіксатори під розміри конкретної дитини [20].

Після цього система готова до наступної тренувальної сесії; модуль Pediatric Orthoses вміщує додаткові компоненти: 2 дитячих ортеза для ходьби (довжина від вертела стегна до колінного суглоба 210-350мм, ширина таза 170-280 мм), 16 манжет для ніг, 2 комплекти дитячих ременів розміру XS і XXS, 2 стопофіксатора [20].

Показання до застосування Lokomat Pro (Pediatric): ДЦП, ЧМТ, хребтотно-спинномозкова травма, синдром Гієна-Барре, інші неврологічні захворювання [20].

Завдяки цій системі діти, роблячи рухи, запам'ятовують їх, таким чином тренуючи мозок відтворювати ці ж рухи без роботизованих ортезів Pediatric Orthoses. Після закінчення курсу (навчання, відновлення, реабілітації) дітей забезпечують цими ортезами, які спеціальними засобами фіксують ноги дитини, дозволяючи їм перебувати в правильному положенні [20].

Lokomat Pro (Pediatric) - це крокуючий робот, підключений до монітора, де з'являється зображення (аватар), що повністю імітує рухи дитини. Під час таких рефлексорних процедур на моніторі з'являються тварини або інші картинки, до яких діти повинні «дійти» або «обійти» їх [20].

Таким чином, вони повинні крокувати не тільки вперед, але вправо і вліво, розробляючи м'язи литок і стегон. Такі ігрові моменти захоплюють дитину і допомагають їй. Діти з ДЦП не можуть повноцінно контролювати своє тіло, відчувати м'язи, управляти ними, а система Lokomat Pro «Pediatric», завдяки розробці ОРА, допомагає розвитку мозку дитини [20].

Такі процедури проводять щодня по 30-35 хвилин протягом 15-16 днів. Система має декілька режимів залежно від можливостей дитини, регулюється час ходьби, довжина кроку [20].

Для кожної дитини прописуються окрема програма і режим роботи. Проте він не підходить дітям із спастикою - важчою формою ДЦП, коли м'язи дитини зведені спазмом [20].

Реабілітаційний комплекс Andago (рис. 1.7) забезпечує підтримку тіла людини та відновлення ходьби (мануальної локомоторної терапії). Склад комплексу: система розвантаження ваги людини Lokobasis; пасивна динамічна система розвантаження ваги людини Levi. Допустима вага користувача 135 кг, висота стелі приміщення мінімум 280 см [20].

За необхідності при добавленні бігової доріжки, рампи для в'їзду на бігову доріжку на інвалідному візку, роботизованих ортезів ходьби - комплекс Andago трансформується в систему локомоторної терапії типу Lokomat [20] (рис. 1. 8).



Рис. 1. 7. Загальні види реабілітаційного комплексу Andago [20]



Рис. 1.8. Загальні види комплексу Andago з біговою доріжкою [20]

Роботизований реабілітаційний комплекс Andago 2.0 (рис. 1.9) з підтримкою маси тіла людини призначений для відновлення навичок її ходьби.



Рис. 1. 9. Загальні види роботизованого комплексу Andago 2.0 [20]

Комплекс Andago 2.0 має систему динамічного розвантаження ваги (електричний підйомний пристрій), невеликі розміри і високу мобільність, дозволяє людині рухатися у вертикальному положенні без опори на руки [20].

Переваги комплексу Andago 2.0:

- забезпечує людині легкий і безпечний перехід від роботизованого комплексу з відновлення навичок ходьби з біговою доріжкою до вільного переміщення без сторонньої допомоги;
- під час тренування забезпечує фізіологічне вертикальне положення тіла людини, динамічне розвантаження її ваги, а надійна конструкція дозволяє людині та фахівцеві сконцентруватися на процесі ходьби;
- малі розміри і мобільність забезпечують людині пересування без сторонньої допомоги, а вільним рукам – виконання певних дій в повсякденному житті, має інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, не вимагає додаткових пристосувань і установки;
- основні результати тренування людини відображаються на дисплеї, їх можна перенести на ПК за допомогою USB-інтерфейсу [20].

Показання для системи локомоторної терапії Lokomat Pro (Pediatric) і комплексу Andago 2.0:

- відновлення людини з порушеннями ходьби з-за церебральних, неврогенних, спінальних, м'язових патологій, патології кісткового скелета;
- інсульт, розсіяний склероз, церебральний параліч, хвороба Паркінсона, параплегія, ЧМТ, стан після ендопротезування;
- дегенеративні захворювання суглобів (остеоартрит колінного суглоба), атрофія мускулатури хребта;
- м'язова слабкість з-за гіподинамії, геміплегія [20].

Протипоказання до занять на системах Lokomat:

- ортези не адаптується під тіло людини (нижні кінцівки); маса тіла понад 135 кг;
- важкі фіксовані контрактури;
- нестабільність кісткового апарату (незрощений перелом, важкий остеопороз або нестабільність хребтового стовпа);
- відкриті пошкодження м'яких тканин нижніх кінцівок і / або тулуба;
- трофічні порушення;
- протипоказання з боку ССС;

- некооператива або агресивна поведінка хворого (транзиторний психотичний синдром);
- важкий когнітивний дефіцит; знаходження на інфузійній терапії;
- люди з диспропорційними проблемами: значно різні за довжиною нижні кінцівки і / або схожі проблеми з хребтом (дисплазія кісткової або хрящової тканини), людина з вираженими дисплазіями ОРА;
- дисциркуляторні порушення нижніх кінцівок;
- постільний режим, люди з різними запальними / інфекційними захворюваннями;
- артродези кульшового, колінного або надп'ятково-гомількового суглобів [20].

Роботизований реабілітаційний комплекс для функціональної терапії нижніх кінцівок зі зворотним зв'язком ReoAmbulator (компанія Motorika, Ізраїль) заснований на використанні роботизованих ортезів ходьби та системи підтримки маси тіла людини, комбінованих з біговою доріжкою або тредмілом [20] (рис. 1. 10).

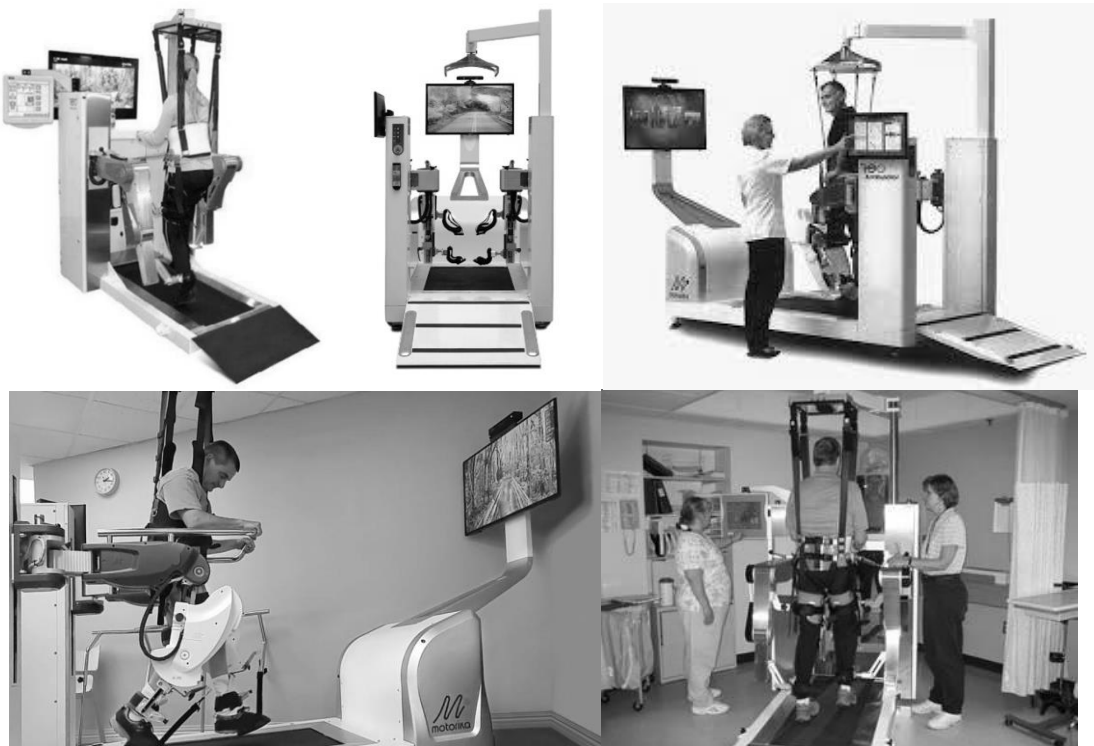


Рис. 1.10. Загальні види роботизованого реабілітаційного комплексу для функціональної терапії нижніх кінцівок ReoAmbulator [20]

Це новітній роботизований комплекс з VR-середовищем служить для відновлення навичок ходьби у людини неврологічного і ортопедичного профілю з руховими порушеннями функцій нижніх кінцівок, допомагає людині з порушенням ходьби виконувати рухи на біговій доріжці, дозволяючи проводити комбіновану функціональну локомоторну терапію з оцінкою функціонального стану [20].

Фахівець може регулювати кількість підтримуючої ваги людини і швидкість на біговій доріжці, а ортези ініціюють ходьбу. Кожний з таких пристроїв вміщує спеціальні механічні вузли, що фіксуються до щиколоток (надп'яtkово-гомiлковий суглоб) і до області трохи вище колінного суглоба. Манжети кріплення людини «плавають» і легко фіксуються за допомогою липучок і пряжок [20].

Коли весь комплекс артикулярних пристроїв наводиться в рух, то цей поступ повторює траєкторію правильної ходьби. Автоматизований, циклічний рух дозволяє людині виконувати ходьбу більш правильно з БЗЗ від моніторів відносно кількості енергії та зусилля, які вона вносить під час руху [20].

Час і частота повторюваності сесії терапії: основна мета - вийти на 15-30 хвилин сесії, починаючи з коротких сесій (по 2-3 хвилини); частота сесій 3-5 разів на тиждень; кількість сеансів - 10-24 [20].

Показання до застосування: неврологічні захворювання: судин головного мозку (інсульт), травми спинного мозку, ЧМТ, розсіяний склероз, хвороба Паркінсона, ДЦП, інші неврологічні захворювання; порушення функцій ходьби через ортопедичні проблеми; люди, ослаблені в результаті тривалої хвороби [20].

Переваги застосування комплексу ReoAmbulator: забезпечення фізіологічного руху нижніх кінцівок (ходьба) людини роботизованими ортезами; функціональні тренування у VR-середовищі; тренування з БЗЗ; чотири моторизованих приводи колінних і кульшових суглобів; кріплення людини до підйомника 4-х точковими ременями безпеки; педіатричний модуль та VR-модуль; оновлення ПЗ та тестування комплексу через Інтернет; низькопрофільна бігова доріжка [20].

Реабілітаційний комплекс MotionMaker (компанія Swortec S.A., Швейцарія) об'єднує в собі 2 методики реабілітації: транслінгвальну ФЕС та роботизовану механотерапію [20] (рис. 1.11).



Рис. 1.11. Роботизований реабілітаційний комплекс MotionMaker [20]

Призначення комплексу MotionMaker - забезпечення початку відновлення людини на максимально можливій ранній стадії і активна стимуляція процесу нейропластичності [20].

Це перший комплекс для реабілітації людей з парезами і плегією, що сполучає роботизовану рухову активність з ФЕС-технологією замкнутого циклу (CLEMS-реабілітації) - унікальна технологія терапії і реабілітації пацієнтів з важкими ураженнями ЦНС і хребта [20].

ФЕС ініціює рух м'язів і аферентних пропріоцептивних сигналів природних рухів набагато краще, ніж пасивні вправи, а роботизовані приводи, що закріплені на стегнах, колінах і над'яtkово-гомілкових суглобах, забезпечують абсолютний контроль рухів, налаштовують ФЕС в реальному часі для індивідуальних програм з відновлення кінематики і динаміки природної моторики [20].

Роботизована механотерапія від комплексу MotionMaker дозволяє виконувати реабілітаційний тренінг людині з травмами і захворюваннями ЦНС, де в основі технології лежить індивідуально підібраний режим електростимуляції з БЗЗ [20] (рис. 1. 12).



Рис. 1.12. Проведення тренувань на комплексі MotionMaker [20]

Методика та чергування дій:

- людина сідає на крісло, яке знаходиться під кутом 45° ;
- на нижні кінцівки накладаються електроди ФЕС, з'єднані з блоком управління комплексом;
- обидві нижні кінцівки встановлюються в роботизовані ортези, після чого розпочинається робота;
- на екрані монітора даються завдання, в ході яких потрібно здійснювати рухи - жими ногами та імітація ходьби; під час завдання частину дій виконує робот, а частину сама людина;
- при слабкості певних м'язів, людині допомагає ФЕС - відбувається додаткова їх стимуляція, за рахунок чого людина здійснює рух в повному обсязі, виконуючи завдання, яке пропонує робот;
- програми комплексу дозволяють здійснювати рухи в нормальних фізіологічних умовах, якщо певна ланка руху випадає - їй допомагає робот або ФЕС, що посиляє додаткові імпульси м'язам і скорочуючи їх в потрібний час і з необхідною силою;
- комплекс здійснює перенавчання м'язів, налаштовує їх роботу у потрібному діапазоні, наближаючи рух до правильного рухового стереотипу; на виході збільшується довжина кроку, швидкість ходьби, її симетричність та інші параметри [20].

Тренінг можливий у вигляді пасивної та активної механотерапії, електро-стимуляції, а також активної механотерапії з електростимуляцією. Датчики, вбудовані в робот, дають контролюючому пристрою інформацію про позицію і сили для того, щоб модулювати м'язові скорочення протягом усього руху [20].

Цей інноваційний метод залучає паралізовані м'язи в процес руху навіть в разі відсутності контролю довільних рухів. Вправи з пасивних перетворені в активні, з істотним скороченням ускладнень, що викликані відсутністю рухливості, і зміцненням зв'язків між аферентною сигналізацією та руховим контролем для відповідної стимуляції процесів нейропластичності [20].

В ході клінічного застосування доведені наступні результати використання реабілітаційного комплексу MotionMaker:

- збільшення функціонального контролю під час виконання людиною повсякденних завдань;
- зниження гіпертонусу та спастичності;
- збільшення індукуючої сили (178-397% залежно від конкретного клінічного випадку);
- покращення циркуляції крові;
- збільшення сили м'язів при довільній активності;
- покращення чутливості кінцівок; поліпшення нейрорегуляції [20].

Комп'ютерна система для відновлення ходьби та рівноваги KineAssist компанії HDT Robotics Global (США) є професійним обладнанням для реабілітації пацієнтів з порушенням ОРА [20] (1.13).



Рис. 1.13. Загальні види комп'ютерної системи KineAssist[20]

Основне значення системи KineAssist - надати більш інтенсивне і ефективно відновлення людині, не порушуючи її фізичного та психологічного зв'язку з фізичними терапевтами з виключенням страху перед падінням [20].

Показання до застосування системи: лікування людини, у якої непогано відновилися рухові функції, для початкової реабілітації ослаблених людей відразу після травми або захворювання; неповне пошкодження спинного мозку, інсульт, хвороба Паркінсона, розсіяний склероз, церебральний параліч, ампутація нижньої кінцівки, порушення рівноваги / високий ризик падіння, скелетно-м'язові порушення, що впливають на здатність ходьби, кардіотонічне і фізичне погіршення стану [20].

Систему KineAssist використовують коли людині потрібно відновити ходьбу та рівновагу, для реабілітації при протезуванні і серцево-легеневих перевірках, якщо людина не може пройти традиційний тест, система забезпечує змінний опір, збільшуючи зусилля, вимагаєме від людини [20].

Система забезпечує: адаптацію до поточної ситуації та інтегрується з широким спектром діючих установок, має науково-перевірені сценарії навантажувальних перевірок; швидкий підйом після падіння і можливість продовжити тренування, документування результатів, вага тіла доводиться на кульшовий суглоб, що дозволяє підтримувати природну ходьбу, дозволяє безпечно для людини проводити симуляцію реального оточення (наприклад, ходьби по землі, підйому по сходах, утримання рівноваги стоячи або при пересуванні). Завдяки широкому спектру налаштувань і режимів тестування, що пройшли наукові перевірки, система дозволяє стежити за результатами і об'єктивно їх оцінювати [20].

Ключові особливості системи KineAssist:

- можливість безпечно тренувати людину в реальних умовах (ходьба по рельєфу, підняття по сходах, тренування балансу стоячи і динамічна баланс-терапія); ефективного використання робочого часу фахівців;

- захист людини від наслідків втрати рівноваги, що додає їй впевненості в зусиллях по мірі нарощування сили і витривалості;

- страхувальні ремені рухаються з людиною, а якщо вона втратила рівновагу - вони ловлять її перед тим, як людина впаде; легка адаптація до оточення та існуючих відновних методик; надає об'єктивні і стандартні дані про результати відновлення; поверхня доріжки рухається в точній відповідності до намірів людини; протоколи відновлення (реабілітації), що складаються із «завдань» для людини і засновані на наукових дослідженнях;

- документація прогресу людини; комбіновані корекційні програми, що об'єднані в одну сесію; відповідна підтримка на рівні стегон, забезпечує природну ходьбу; можливість створювати коливання і штучні труднощі при ходьбі; інноваційне середовище «силового поля» [20].

Електромеханічний тренажер ходьби LokoHelp компанії Woodway (США) розроблений для полегшення діяльності фізичного терапевта для допомоги ногам людини під час локомоторної терапії, яка не тільки покращує симетрію ходи, а також і якість відновлення [20] (рис. 1. 14).



Рис. 1.14. Загальні види електромеханічного тренажера ходьби LokoHelp [20]

Простий у використанні тренажер забезпечує більш економічну підготовку персоналу, що дозволяє збільшити пропускну здатність людей. Швидкий і легкий тренажер залишає більше часу для відновлення і менше часу на установку, що дає більше часу для фактичного відновлення [20].

Автоматичне відновлення, особливо у людини з важкими порушеннями, надає терапевту підвищене фізичне напруження, незручне положення тіла і біль перенапруження. Значні зусилля, необхідні для того, щоб вести ноги людини

попередньо і симетрично, роблять відновлення можливим на короткий термін часу і рідко його забезпечують протягом тренування [20].

Тому, з огляду на кількість повторень і той факт, що тригерні механізми так важливі для програми навчання локомотору, «терапевт», який забезпечує ходьбу людині (LokoHelp), виконує цю важливу задачу, дозволяючи фізичному терапевту безпосередньо звертатися до людини, мотивувати її усними інструкціями і правильно коригувати виконання кожної вправи. Тренажер дозволяє проводити терапію біговою доріжкою без ручного обслуговування фізичним терапевтом навіть у людей з тяжкою формою захворювання. Це єдиний повідковий тренажер у світі, що дозволяє тренуватися на біговій доріжці. Він забезпечує активну ходьбу людини, можливі активні подовження коліна, активний вплив на підошву і активне розширення стегон і поліпшення результатів відновлення. Нахил бігової доріжки додатково полегшує розширення стегна, яке необхідно для активації локомоторних генераторів [20].

Серія тренажерів LokoHelp і LokoHelp «Pedago» (рис. 1. 15) дозволяє тренувати контроль постави під час роботи бігової доріжки та ходьби. Чим активніше людина, тим краще результат вправ [20].

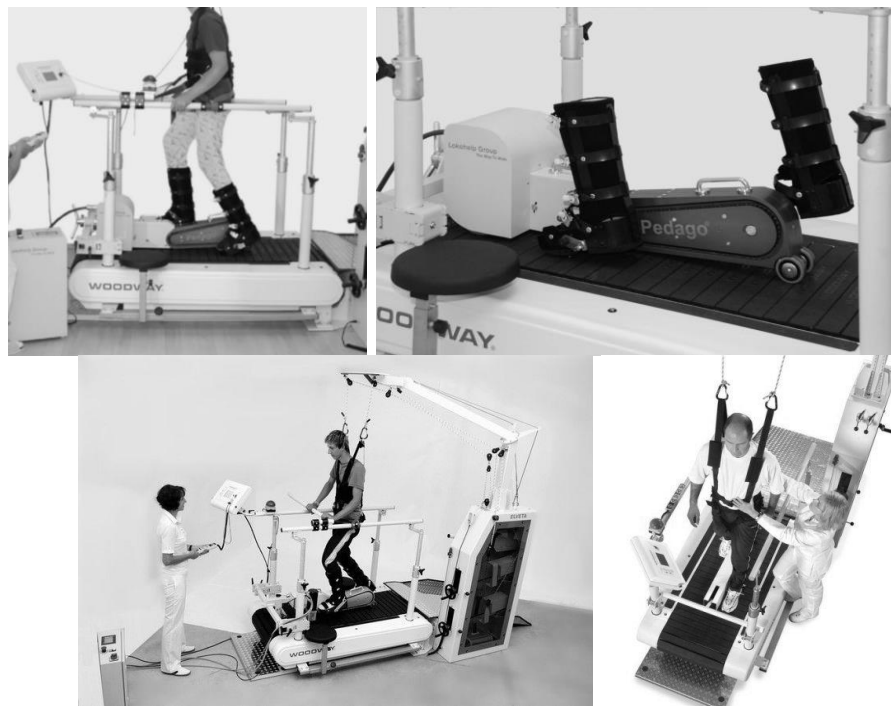


Рис. 1. 15. Загальні види тренажера ходи LokoHelp «Pedago» [20]

Станція LokoStation (рис. 1.16) призначена для тренувань і відновлення (реабілітації) людини з порушеннями ОРА [20].



Рис. 1.16. Загальні види станції LokoStation [20]

Вона дозволяє терапевту швидко і зручно перерозподіляти вагу за допомогою спеціальної системи розвантаження, для того, щоб людина могла сконцентруватися на координації рухів без ризику падіння. Фахівець керує процесом нервово-м'язової терапії, допомагаючи людині переміщати ступні або ноги, і при цьому сидить в зручному регульованому кріслі станції LokoStation [20].

Безпека людини і зручність в експлуатації забезпечується поверхнею бігової доріжки, що складається з окремих планок Slat Belt, які поглинають більше енергії удару, ніж поверхня будь-якої іншої доріжки, що і запобігає погіршенню стану кісток, сухожилів, зв'язок і м'язів нижніх кінцівок, тазу та нижньої частини спини людини. Станція і бігова поверхня надають достатній простір, щоб людина і фахівець могли працювати над кроками. Руки фахівця вільні і він може проводити нервово-м'язове перенавчання, допомагаючи людині переміщати ноги в процесі ходьби [20].

Переваги тренажерів автоматизованої терапії технології LokoHelp знаходить своє відображення в наступних способах:

- тривалі тренування; висока швидкість ходьби: мануальна терапія обмежує швидкість ходьби ~ до 2 км/год, а з LokoHelp вона збільшується до 3 км/год., знижується ризик порушення кровообігу;

- фізіологічна модель ходи: для її створення за допомогою ручної локомоторної терапії досвід фахівця є важливою вимогою, гарантується безперервна і ритмічна ходьба під час всього тренування;
- через велику поверхню в ортезах нижньої частини ноги, небезпечні виразки пролежнів усуваються навіть після тривалих періодів відновлення;
- швидка і комфортна підготовка людини: в разі нерухомого сидіння ортези можна встановити на людину, а час встановлення зменшується і швидкість потоку людей збільшується; фахівці мають доступ до всіх боків людини для проведення відновлення; відновлення дозволяє горизонтальну і вертикальну гнучкість стегна, оскільки він не фіксується в ортезі;
- фізіологічна ходьба: природна ходьба на біговій доріжці допомагає в правильній техніці, особливо натисканні на п'яти, до форматування фази положення, а також тиск на пальці ніг до переходу до фази коливання, які мають відношення до успіху локомоторної терапії; це єдиний тренажер для ходьби на бігових доріжках, що дозволяє навіть тренувати ходьбу в гору, необхідне витягнення хребта і колінного суглоба, що веде до успішного результату локомоторної терапії [20].

Тренажер реабілітації ходьби / робот NexStep - це простий у використанні пристрій для функціональної реабілітації неврологічних і ортопедичних розладів ходьби, з основними функціями реабілітації, що забезпечує найбільш ефективну терапію для неврологічних порушень руху нижніх кінцівок [20] (рис. 1. 17).



Рис. 1.17. Загальні види тренажера реабілітації ходьби / робот NexStep [20]

Конструкція та дизайн дозволяють терапевту збільшити взаємодію людини з перевагами гнучкого відновлення, щоб створити найбільш ефективні терапевтичні умови для кожної людини. Тренажер забезпечує доступну технологію відновлення: короткі терміни установки і нагляд з боку одного фізичного терапевта ґрунтуючись на клінічному досвіді навчання [20].

Спостереження за функціонуванням тренажера та діями людини здійснює один фахівець. Інтуїтивна і проста концепція технології Endx Effector NexStep дозволяє швидко налаштувати людину і підвищити комфорт і її безпеку під час тренувань [20].

Під час занять людини на тренажері забезпечено повний контроль над положенням її тіла, динамічною підтримкою ваги тіла і плавною адаптацією параметрів ходьби: довжина кроку, швидкість, кути щиколотки стопи, що додатково покращують відновлення (реабілітацію) і дають фахівцеві можливість адаптувати процес відновлення до потреб людини. Забезпечено інтуїтивне і швидке налаштування людини, необмежений доступ до неї під час тренування, повну адаптацію параметрів ходьби [20].

Тренажер NexStep забезпечує високоефективну технологію терапії ходьбою і можливість інтенсивного відновлення з великим числом повторень за сеанс. Різні параметри і режими тренування дозволяють фахівцю максимізувати терапевтичні результати для кожної людини. Проста зміна між різними додатками покращує процедури і скорочує час простою пристрою. Забезпечено велике число повторень і максимальний час терапії, перемикання з дорослого на педіатричний додаток, швидкий доступ до даних терапії людини [20] (рис. 1. 18).

Графічний інтерфейс NexStep пропонує інтуїтивний доступ до різних варіантів відновлення. Повне коригування всіх параметрів покращує відновний досвід для людини і фахівця, оскільки під час тренування відсутні паузи з-за тривалих механічних налаштувань тренажера, оскільки всі необхідні налаштування контролюються програмним інтерфейсом [20].



Рис. 1.18. Загальні види роботизованого тренажера NexStep [20]

Додаткові модулі для адаптації до різних потреб людини:

- модуль ФЕС (модуль F) від Hasomed. З інтеграцією цього модуля, фахівець здатний додавати додаткову м'язову активацію через канали стимуляції. Певна ФЕС контролювана графічним інтерфейсом NexStep, призначеним для людини і може бути налаштований в будь-який час;

- педіатричний модуль (модуль P) NexStep забезпечує швидкий перехід між дорослим і дитячим застосуванням, можливість регулювання ширини кроку. Модуль дозволяє відновлення дітей, починаючи з маленької дитини зростом у 90 см.;

- візуальний сценарій: тренажер NexStep можна оновити за допомогою Visual Scenario, що забезпечує поліпшену візуалізацію та додаткові варіанти відновлення ходьби по синхронізованих трасах до підвищення мотивації та інформованості людини в процесі кожної сесії [20].

Багатофункціональний реабілітаційний комплекс ExoLite Rehub – це унікальний комплекс механотерапії для відновлення локомоторних функцій, який поєднує в собі функціонал всіх вже існуючих апаратів в світі, що являє мобільний самонесучий екзоскелетний костюм ExoLite, що легко виймається з рами, і в якому людина самостійно пересувається полегшуючи роботу персоналу [20] (рис. 1. 19).

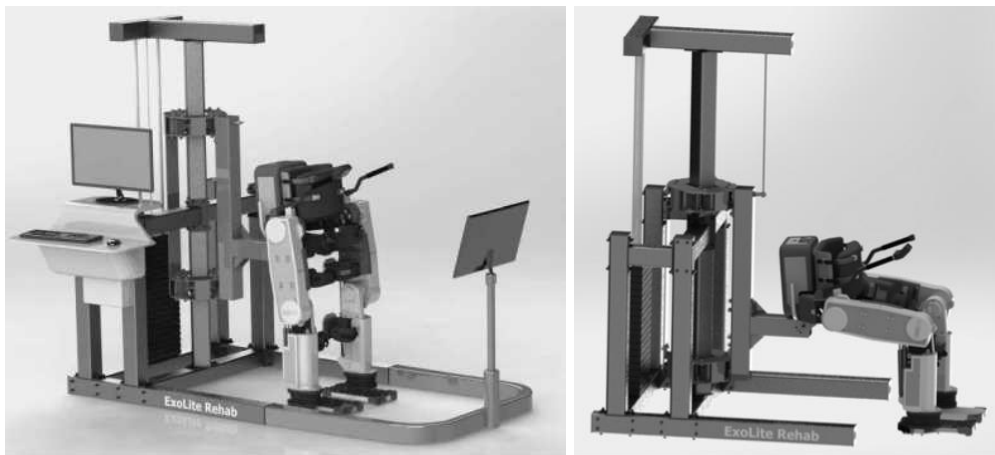


Рис. 1.19. Загальні види реабілітаційного комплексу ExoLite Rehub [20]

Реабілітаційний комплекс призначений для реабілітації людини з порушеннями ОРА, що поєднує в собі принципи телемедицини та сучасні інформаційні технології завдяки чому людина проходить персональний курс відновлення (реабілітації), перебуваючи на відстані від фахівця, а також оперативно відслідковувати прогрес під час виконання вправ [20].

Комплекс вміщує: асистуючий екзоскелет нижніх кінцівок ExoLite (рис. 1.19); силову раму, оснащену противагою і системою датчиків; інтелектуальний блок управління комплексом. Його ефективність полягає в тому, що рух людини проводиться в екзоскелетному костюмі ExoLite по індивідуально розробленим траєкторіях і паттернам руху [20].

Людина згідно призначеного курсу відновлення (реабілітації) обирає необхідну амплітуду руху, швидкість, силу і паузу при згинанні та розгинанні суглоба.

В основі дії комплексу є СРМ-терапія - сучасний метод реабілітації, спрямований на відновлення рухливості в суглобах. Вона сприяє збільшенню обсягу руху в суглобах, зниженню больових відчуттів, зняттю набряків, профілактиці тромбозу та інших захворювань [20].

Особливості екзоскелетного костюму ExoLite: моторизований засіб, що забезпечує прямоходіння людині з паралічем нижніх кінцівок; відновлення (реабілітація) людей з обмеженими фізичними можливостями з-за травм спинного мозку і невдалих операцій на хребті; руки завжди є вільними завдяки зручній системі управління з джойстика та інтуїтивно зрозумілого ПЗ на чіткому екрані РК-дисплея [20].

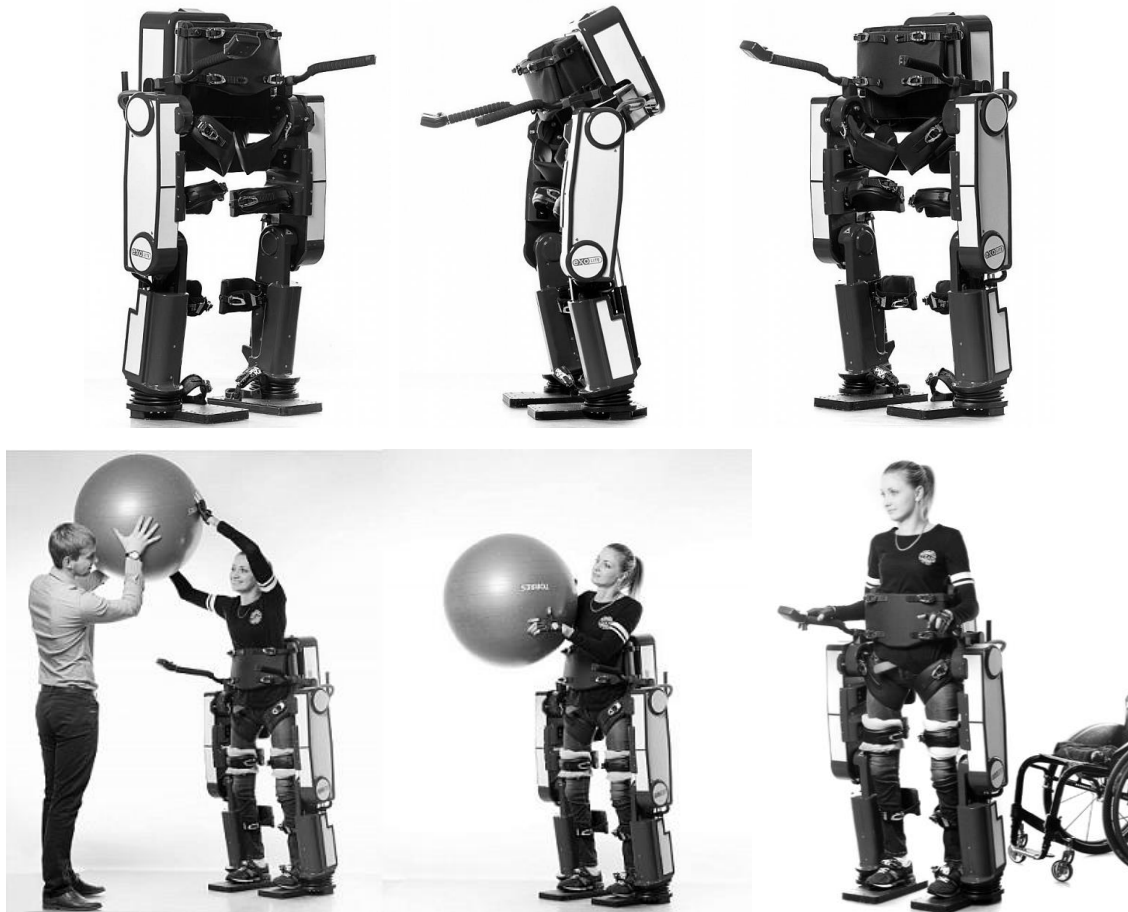


Рис. 1.19. Види мобільного екзоскелетного костюму ExoLite [20]

Переваги реабілітаційного комплексу:

- телекерування та сучасні інформаційні технології аналізу даних; низькочастотна вібрація в екзоскелеті; високоінтенсивна терапія людини з моніторингом прогресу; бічна ходьба і приставний крок у фронтальній площині; модель ходьби відображається у реальному часі, мотивуючи людину до дій; формування навичок моторної активності з нуля; фізіологічний повторюваний паттерн ходьби швидкістю до 3 км/год;

- 10 активних ступеней свободи разом з низькочастотною вібрацією, ФЕС та VR-середовищем забезпечує ефективну реабілітацію людини; алгоритм управління екзоскелетом враховує індивідуальні фізіологічні особливості людини, спастичність її нижніх кінцівок; людина отримує можливість реабілітації декількох великих суглобів нижніх кінцівок, доступні комбіновані режими роботи з кількома видами руху [20].

За бажанням людини комплекс може мати такі додаткові методи та обладнання: низькочастотна вібростимуляція для поліпшення м'язового тонусу і боротьби зі спастичністю; міостимуляція нижніх кінцівок узгоджена з паттернами ходьби; VR-окуляри для спеціальних тренувань; сенсори пульсу, артеріального тиску, сатурації кисню в крові, м'язової та нервової активності; степпер і похила бігова доріжка для силових тренувань.

Тренажер Gait GT I з системою підтримки коліна компанії Reha-Stim (Німеччина) забезпечує значно більш високий рівень відновлення людини та особистої мобільності в повсякденному житті. Важливим фактором прогресу є поєднання традиційної фізіотерапії з навчанням на тренажері «Хода», тому цей тренажер не лише підтримує фахівців у своїй роботі, але і здійснює благотворний вплив на людину [20] (рис. 1.20).



Рис. 1.20. Види тренажера Gait GT I з системою підтримки коліна [20]

Тим не менш, люди страждають від певних дефіцитів рухливості, які необхідно компенсувати. Відновлення паретичного коліна - дуже складне

завдання для багатьох людей, які тепер можуть бути освоєні за допомогою системи підтримки коліна. Тренажер стабілізує ходьбу людини та змушує коліно виконувати природний паттерн ходьби. У цій повністю механічній системі здорова нога переміщує уражену за допомогою канатної системи і тим самим зменшує зусилля фахівця [20].

Відновлення на тренажері може здійснюватись з системою підтримки коліна і без неї. Кожен тренажер можна легко модифікувати за допомогою системи підтримки коліна, а її манжети можна наносити на коліно за допомогою липучок Velcro. Тренажер призначений для відновлення рухових функцій після: інсультів, ЧМТ, травмуванні спинного мозку, при розсіяному склерозі та хворобі Паркінсона, ДЦП [20].

Особливості та переваги тренажера Gait GT I:

- відновлення природного стереотипу ходьби; визначення зусилля людини і коригування потужність двигуна для досягнення встановленої швидкості ходьби; контроль ЗЦМ та забезпечення зміщення тулуба в горизонтальній площині для забезпечення фізіологічної ходи; один апарат для дорослих і дітей; простий перехід від тренування дорослих до тренування дітей, що не вимагає складних налаштувань і внесення змін в конструкцію тренажера;
- забезпечення тренування одним фахівцем; поєднання принципів кінезотерапії та фізіотерапії - програмована ФЕС; людина переміщається з крісла-каталки на тренажер за допомогою системи важелів одним фахівцем; простий в обслуговуванні та управлінні; апарат повністю імітує рухи при ходьбі; під час тренування людина розташовується на двох рухомих платформах для ніг; система фіксації забезпечує правильне положення тіла людини і симетричність рухів під час тренування [20].

Ідентичність рухів на тренажері ходьби здорової людини досягається завдяки системі *планетарної передачі*, встановленої в моторному відсіку. У спрощеному варіанті вона являє собою систему з двох шестерень однакового розміру планетарної (рухомої) і центральної (нерухомої). Обертаючись, планетарна шестерня рухається навколо центральної. До планетарної за допомогою зчипки кріпляться рухливі платформи для ніг пацієнта. Система

планетарної передачі забезпечує поступальний рух платформ таким чином, що дотримується співвідношення фаз опори і перенесення 60% - 40% відповідно, що характерне для ходьби здорової людини, крім того, вона забезпечує правильний фізіологічний нахил стопи і піднімає ногу під час фази переносу [20].

Це співвідношення фаз досягається зміщенням точки кріплення платформ відносно центру планетарної шестерні. Коли ця шестерня знаходиться вище центральної, поступальний рух платформи (рух вперед) відбувається швидше, оскільки точка зчеплення віддаляється від центральної шестерні. Коли планетарна шестерня знаходиться нижче центральної (платформа рухається назад), точка зчеплення наближається до центральної шестерні і поступальний рух платформи відбувається повільніше. Таким чином, планетарна передача дозволяє максимально точно відтворити ходьбу здорової людини, що, в свою чергу, має велике значення для вироблення правильного рухового стереотипу у пацієнтів [20].

Система відновлення ходи LYRA створена компанією Ability (Швейцарія) значно поліпшує відновлення (реабілітацію) людей з обмеженими можливостями. За допомогою цієї системи забезпечується автоматизоване, сучасне відновлення в залі, що забезпечує успіх в боротьбі за відновлення ходьби у неврологічних хворих [20] (рис. 1.21).



Рис. 1.21. Види системи відновлення ходи LYRA [20]

Функціональний дизайн – це ключовий фактор успіху. Розроблено різні технічні концепції для задач, способи полегшення конструкції ваг і ніжок. Для цього створено ергономічні моделі (масштаб 1:1). З системою LYRA компанія розробила тренажер ходи, що відповідає високим вимогам сьгоднішніх нейрореабілітаційних методів лікування, допомагаючи тисячам людей відновити свою здатність ходити та їх мобільність [20].

Комплекси з БЗЗ для тренування ходьби Траст-М входять в склад оснащення центрів і відділень реабілітації людини з соматичними захворюваннями, порушеннями функцій ОРА, центральної і периферичної нервової системи. Вони дозволяють на принципово новому рівні проводити відновлення функції ходьби у людини з патологією рухової функції різного генезу [20].

Основою комплексу Траст-М є багатофункціональні біомеханічні сенсори Trust-M, VR-середовище з БЗЗ і тренажер ходьби Біокінект (спеціальна бігова доріжка), що дозволяє функціонувати в режимах низької швидкості від 0,1 км/год. Для важких хворих, які не можуть самостійно ходити і стояти, комплекс має систему активного розвантаження з ременями страхування, здатних витримувати до 150 кг (рис. 1.22).



Рис. 1.22. Види комплексу з БЗЗ для тренування ходьби Траст-М [20]

Сенсори Trust-М реєструють біомеханічні параметри руху людини і передають інформацію через Bluetooth на комп'ютер. Реєструються часові, просторові характеристики кроку, рухи в кульшових і колінних суглобах, рухи тазу в 3-х взаємно перпендикулярних площинах, ударні навантаження на нижні кінцівки та інші функціональні параметри. Отримані результати формують відгук середовища БЗЗ, є потужним інструментом постановки діагнозу патології ОРА [20].

VR-середовище з БЗЗ підвищує ефективність тренування людини. Широкоформатна 3D-панель зі стереозображенням, встановлена в передній частині комплексу на рівні голови пацієнта, забезпечує ефект присутності. На екрані демонструються різні типи пейзажів, за якими людина пересувається пропорційно швидкості, частоті кроку та іншим параметрам свого руху [20].

За необхідності, можна візуалізувати фантом людини в пейзажі. При цьому рухи нижніх кінцівок і тулуба будуть показуватися в реальному режимі часу оскільки вони відбуваються у людини, дозволяючи розширити можливості тренування додаванням VR-перешкод і інших ефектів [20].

Кожен сенсор Trust-М має канал електростимуляції для проведення повноцінної ФЕС. В основі ФЕС лежить збудження м'яза електричними імпульсами особливої форми, які точно синхронізовані з виконуваним рухом і виробляються строго відповідно до фази фізіологічної дії даного м'яза [20].

ФЕС - єдиний натепер метод, який дозволяє перепрограмувати фазу активності м'яза. Для ряду поширених захворювань, таких, як наслідки церебрального інсульту, ДЦП, периферичні і центральні паралічі та парези різного генезу характерне аномальне включення м'язів в руховий акт [20].

Тренажер ходьби «Траст-М» компанії «Нейрокор» являє собою комплекс з тренажерним модулем, для реабілітації людини з руховою патологією методами ФЕС і БЗЗ [20].

Ця модифікація комплексу «Траст-М» наведеного вище призначена для тренування ходьби для відновлення ритмічності і часової структури циклу

кроку, рухів в суглобах нижніх кінцівок, вірному автоматизму роботи м'язів, опороздатності нижніх кінцівок [20].

Одночасно з відновними тренуваннями з використанням БЗЗ і ФЕС, проводиться аналіз біомеханіки рухів і реєстрація ЕМГ. Тренажер для ходьби забезпечує відновлення (реабілітацію) людей з відповідними соматичними захворюваннями, порушеннями функцій ОРА, центральної і периферичної нервової системи [20].

Показання до застосування:

- *неврологія*: порушення ходьби після інсульту, ЧМТ, травми спинного мозку, розсіяному склерозі, хворобі Паркінсона, церебральному паралічі, наслідки поліомієліту, остеохондрозі хребта;

- *травматологія*: травми хребтового стовпа, переломи, що повільно зростаються і псевдоартрози;

- *ортопедія*: реабілітація хворих після ендопротезування суглобів, при сколіотичній хворобі, під час ходьби на протезах;

- ЛФК: дозволяє ефективно здобувати навик ходьби, максимально полегшуючи тренування людини;

- *кардіологія*: реабілітація хворих після інфаркту міокарда, операції на серці;

- *ангіологія*: облітеруючі захворювання судин нижніх кінцівок [20].

Технічні особливості. Основою комплексу є багатофункціональні автономні біомеханічні сенсори Trust-M. Вони дозволяють проводити реєстрацію рухів в сегментах синхронно з електроміографією, оцінювати ротацію в суглобах, здійснювати ФЕС [20].

Комплекс забезпечує одночасне проведення діагностичних та реабілітаційних заходів з постійним контролем стану людини і оцінкою динаміки [20] (рис. 1.23).

Переваги тренажера. Відмінною його особливістю є адаптивна ФЕС, що дозволяє одночасно з тренуванням ходьби, в режимі БЗЗ, впливати на м'яз в фазу його фізіологічної активності [20].



Рис. 1.23. Види тренажера ходьби «Траст-М»

Спеціально створене VR-середовище БЗЗ «Захоплююча прогулянка», що реалізується за допомогою 3D-монітора або VR-шолома, створює відчуття присутності, забезпечує ефект «фізіологічного дзеркала», підвищуючи мотивацію пацієнта і ефективність тренування. Комплекс «Траст-М» дозволяє проводити аналіз ходьби, реєструючи часові, просторові характеристики кроку, ротаційні рухи в суглобах, ударні навантаження на нижні кінцівки, з одночасною реєстрацією ЕМГ. Реєстрація біоелектричної активності м'язових груп (окремих м'язів) під час руху людини, дозволяє визначити включення м'язів в руховий акт [20].

До його складу входить тренажер-бігова доріжка (тредміл), керована з ПК і дозволяє діяти в режимах низької швидкості, з плавним перемиканням від 0,1 км/год. Тредміл, оснащений ергономічними, регульованими за висотою перилами, кнопкою екстреної зупинки, пандусом для зручного використання пацієнтами-візочниками. Мобільна система активного розвантаження ваги людини з автономним джерелом електроживлення, датчиком зміни ваги, набором еластичних підвісів різного розміру забезпечує комфорт і безпеку людини під час тренування [20].

Приклади виводу на РК-екран відобразень функціонування тренажера ходьби «Траст-М» з ФЕС і БЗЗ наведені на рис. 1.24.

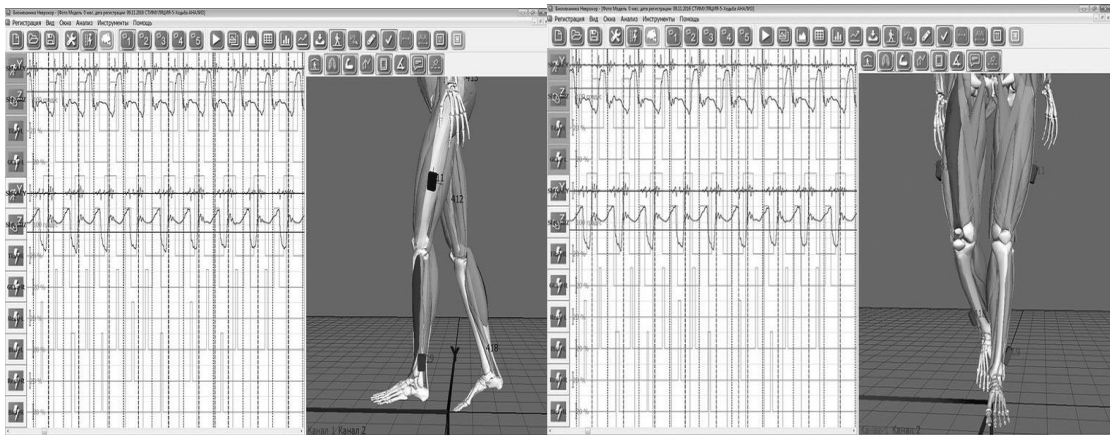


Рис. 1.24. Відеозображення дії тренажера ходьби «Траст-М» [20]

Роботизована автоматизована реабілітаційна система відновлення функції ходьби Walkbot-K призначена для дітей хворих на ДЦП, с захворюваннями ЦНС (рис. 1.25). Параметри тренування можуть бути змінені відповідно до потреб людини [20].

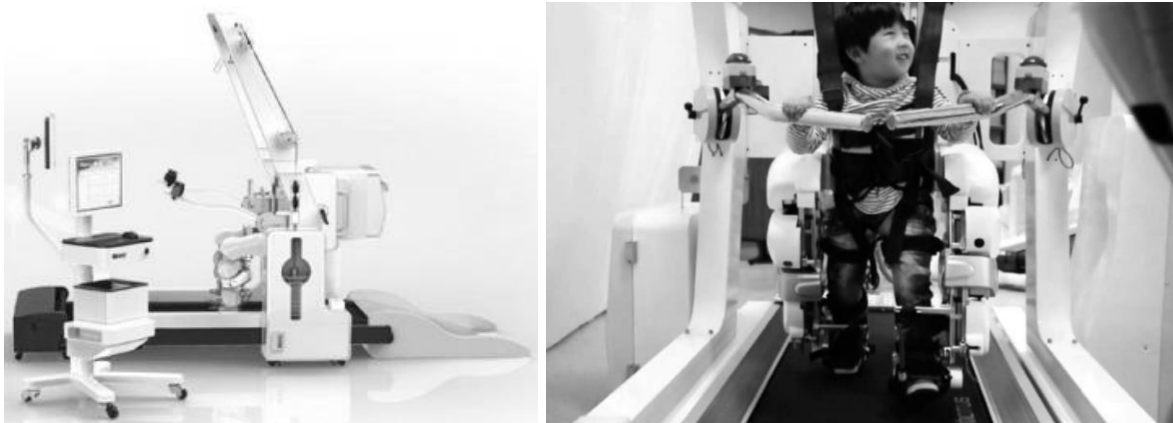


Рис. 1.25. Загальні види реабілітаційної системи Walkbot-K [20]

Система має:

- бігову доріжку, блок розвантаження маси тіла, зовнішні ортези для людини, куди вмонтовані двигуни, які забезпечують рух в нижніх кінцівках дитини, що виконується по заданій заздалегідь траєкторії з високою повторюваністю паттерну ходьби;

- два комп'ютери з великим монітором, де перший - встановлений перед дитиною, а другий – перед фахівцем [20].

Система локомоторної терапії для реабілітації та відновної терапії з пристроєм для динамічного розвантаження ваги, що створена на базі бігової доріжки (Н/Р Cosmos sports & medical gmbh, Німеччина) представлена на рис. 1.26.

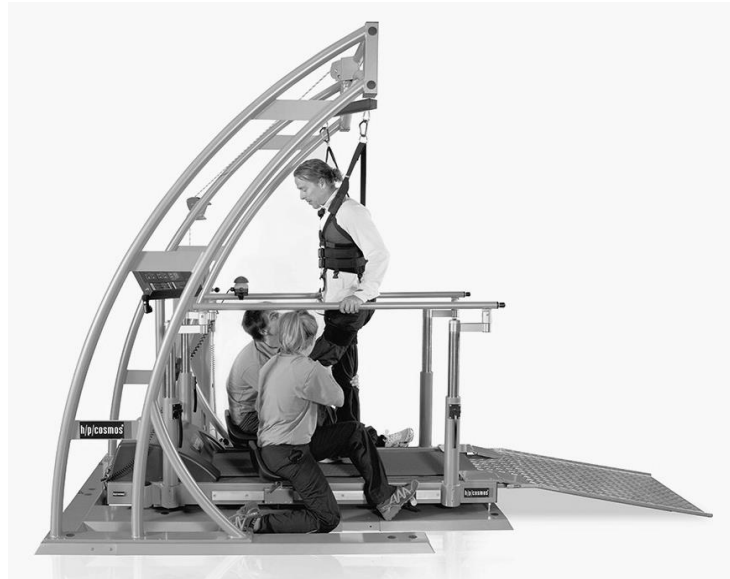


Рис. 1.26. Загальний вид системи локомоторної терапії [20]

Локомоторна станція - це різновид спеціалізованого обладнання, сучасна станція має просту конструкцію, вважається одним з найбільш ефективних типів засобів для відновлення втраченої людиною моторики. Дуже часто локомоторні станції використовуються для реабілітаційних програм людей з ДЦП та іншими вродженими, спадковими або набутими вадами розвитку ОРА [20].

Алгоритм використання локомоторної станції досить простий:

- людина за допомогою крісла-коляски піднімається на платформу станції, що обладнана спеціальним пандусом;
- здійснюється підключення людини до блоку динамічного типу, що підвішує його та виключає можливість механічного тиску;
- передбаченим конструкцією станції поручнів забезпечується більш впевнене і комфортне розміщення людини;
- фахівець механічним способом імітує нормальні рухи при ходьбі, що дозволяє виконувати максимально ефективні з точки зору терапії вправи навіть

тим людям, які страждають від важких порушень ОРА і рухових дисфункцій [20].

Особливості локомоторних станцій. Всі сучасні локомоторні станції мають нульовий старт, що виключає можливість отримання людиною травм під час їх використання. Вони мають певну систему регулювання прискорення повторення рухів, що дозволяє створювати індивідуальні програми з точним розрахунком навантаження [20].

Більшість сучасних станцій мають телеметричні пояси, завдяки яким фахівець може на всіх етапах заняття (тренування) контролювати відповідні показники життєдіяльності людини [20].

Регульований кут нахилу бігової доріжки дозволяє якісно розширити число терапевтичних протоколів завдяки можливості імітації ходьби в гору або з гори [20].

Важливим терапевтичним елементом є регулювання висоти поручнів - конструкція станції може бути адаптована для комфортного використання людьми різного зросту [20].

Основна поверхня доріжки досить широка, що дозволяє збільшити ефективність тренування завдяки можливості виконання вправ з різними предметами, м'ячами або еспандерами [20].

Локомоторна станція забезпечує людині безпеку завдяки оснащенню спеціальними пристроями, які в разі виникнення нетипової ситуації «підхоплюють» людину і забезпечують повільну зупинку бігової доріжки [20].

Інноваційні технології дозволяють створювати такі станції вдосконаленого зразка з можливістю підключення до ПК для додаткового аналізу протоколів, до спеціалізованих апаратів, які дозволять фахівцю стежити за найменшими змінами в стані людини і проводити дослідження стресового типу [20].

Система застосовується для потреб реабілітації, тренування (відновлення) правильної фізіологічної ходьби.

Управління дією системи здійснюється через дисплей (панель управління) або через пульт управління. Напрямок руху бігового полотна

(вперед і назад) змінюється за допомогою пристрою зворотного обертання бігового полотна (спуск з гори) [20].

Система локомоторної терапії для реабілітації та відновної терапії з пристроєм підтримки для рук і системою експандерів Robowalk (H/P Cosmos, Німеччина) наведена на рис. 1.27.



Рис. 1.27. Загальний вид системи локомоторної терапії Robowalk [20]

Алгоритм функціонування реабілітаційної системи Robowalk. Система експандерів призначена для фронтального і зворотного натягу з механізмами натягу і виставлення під різні кути для корекції рухів нижніх кінцівок [20].

Експандери (еластичні кабелі) кріпляться до ніг людини за допомогою комфортних манжет. При ходьбі людини передні кабелі допомагають руху ніг. Кабелі ззаду можуть використовуватися для опору і коригування тренування ходьби [20].

За допомогою налаштування кута підтримки / опору кабелів по вертикалі або по горизонталі можлива відповідна корекція руху [20].

Модуль настройки натягу містить відповідні шкали, що читаються, на кожному кабелі для моніторингу натягу, тренування ходьби і корекції ходьби для ортопедичних або неврологічних пацієнтів [20].

При цьому забезпечуються:

- поліпшення ходи; підтримка руху;

- мобілізація спастичних пацієнтів;
- підтримка фахівця при ручній локомоторній терапії;
- тренування сили і координації [20].

Зображення проведення тренувань на системі локомоторної терапії Robowalk наведено на Рис. 1.28.



Рис. 1.28. Заняття на системі локомоторної терапії Robowalk [20]

Вправи на на підводній біговій доріжці Hydro Worx 300 (рис. 1.29), спрямовані на корекцію патологічного стереотипу ходьби [20].

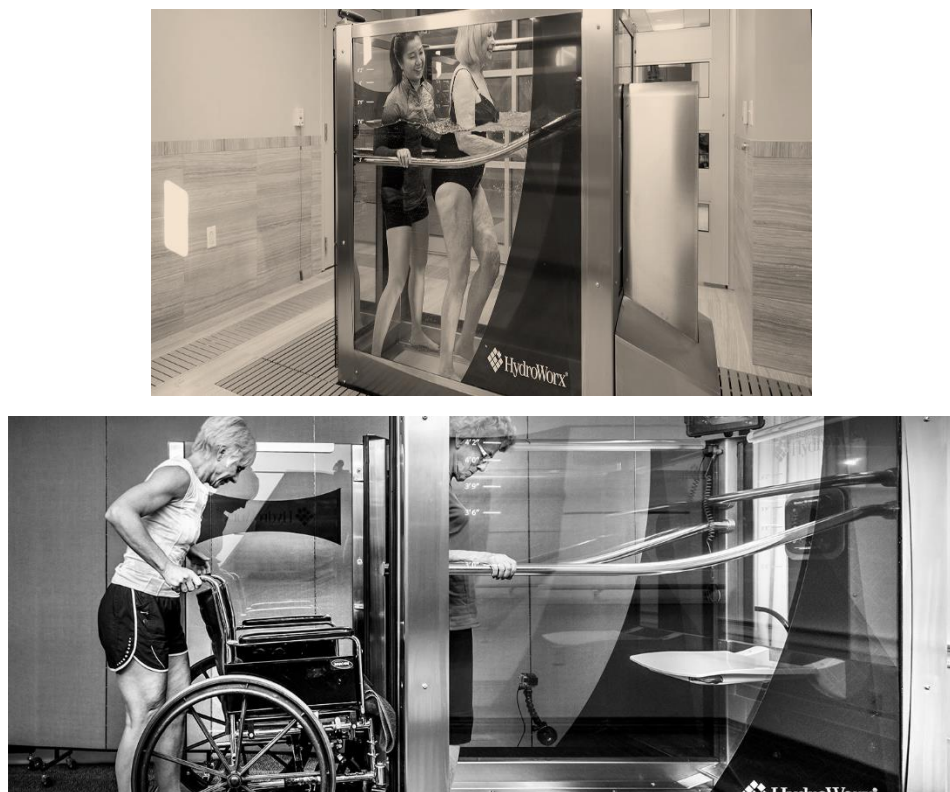


Рис. 1.29. Вправи на на підводній біговій доріжці Hydro Worx 300

1. Пацієнт стоїть на підводній біговій доріжці. На ноги одягаються манжети, вагою по 1,5 кг. кожна і виконується ходьба по прямій протягом 3 хв., на мінімальній швидкості. Слідкуємо за правильністю постановки стопи.

2. Пацієнт стоїть підводній на біговій доріжці. З манжетами, вагою по 1,5 кг. кожна, виконується ходьба під кутом 15-2 СГ протягом 3 хв.

3. Пацієнт стоїть на біговій доріжці. Виконується ходьба по прямій, без обтяження на ногах, протягом 3 хвилин [20].

Висновки до 1 розділу

Функціональний рух і сенсорна стимуляція грають важливу роль у реабілітації людини з неврологічними порушеннями з-за інсульту, травматичних пошкоджень спинного та головного мозку, з розсіяним склерозом, церебральним паралічем, іншими неврологічними захворюваннями.

Точна динамічна підтримка маси тіла людини оптимізує фізіологічне тренування ходи: спеціальна динамічна підвісна система рівномірно розвантажить масу тіла людини, сприяючи створенню умов для більш фізіологічної ходьби та оптимальної сенсорної стимуляції; коригування значення розвантаження маси тіла забезпечує тренування дітей і людини з малою вагою; автоматизація підйому людини, розвантаження її маси дозволяють регулювати тренувальне заняття, рівень підтримки маси тіла точно задається для кожної людини, гарантуючи оптимальні умови тренування.

Інноваційні технології дозволяють створювати такі станції вдосконаленого зразка з можливістю підключення до ПК для додаткового аналізу протоколів, до спеціалізованих апаратів, які дозволять фахівцю стежити за найменшими змінами в стані людини.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Методи дослідження:

1. Аналіз спеціальної науково-методичної літератури.
2. Соціологічні методи дослідження.
3. Педагогічні методи дослідження: педагогічне спостереження, педагогічний експеримент.
4. Методи математичної статистики.

2.1.1 Аналіз спеціальної науково-методичної літератури дозволив систематизувати результати досліджень вчених, які займаються проблемами інтеграції допоміжних засобів у процес фізкультурно-спортивної реабілітації дітей з інвалідністю (на прикладі дітей із спастичними формами церебрального паралічу). Узагальнена інформація щодо інтеграції технічних засобів та методичних прийомів штучного керуючого середовища у процес реабілітації дітей з інвалідністю.

2.1.2 Педагогічні методи дослідження.

2.1.2.1 Педагогічне спостереження проводилися протягом всього дослідницького періоду. Результати, одержувані під час педагогічних спостережень, дозволяли ефективніше вирішувати завдання досліджень [25].

2.1.2.2. Педагогічний експеримент реалізувався у вигляді констатувального. Констатувальний експеримент проводився для отримання інформації щодо знання батьків дітей із ЦП про можливості використання допоміжних засобів у процесі фізкультурно-спортивної реабілітації.

2.1.4. Метод експертних оцінок (метод переваги) використовувався для визначення думки експертів щодо підвищення ефективності процесу фізкультурно-спортивної реабілітації. У дослідженні брали участь 20 експертів, стаж роботи яких перевищує 3 роки.

Ступінь узгодженості думки експертів визначався за допомогою розрахунку коефіцієнта конкордації за формулою [25]:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^3 - n)} \quad (2.1),$$

де S – сума квадратів відхилень усіх оцінок рангів кожного об'єкта експертизи від середнього значення; m – кількість експертів; n – кількість об'єктів експертизи.

Значення коефіцієнта конкордації варіює в діапазоні від 0 до 1, де 0 – абсолютна відсутність узгодженості думки експертів, 1 – повна узгодженість. Думку експертів можна вважати узгодженою, якщо коефіцієнт конкордації $W \leq W_{gr}$ ($W_{gr} = 0,7$). Статистично значущу узгодженість думок експертів визначали за χ^2 -критерію Пірсона [25].

2.1.5 Методи математичної статистики.

Для обробки та аналізу результатів дослідження, використовувалася описова статистика.

2.2 Організація досліджень.

Дослідження проводилися у три етапи з 2022 – до 2024 року на базі кафедри кінезіології та фізкультурно-спортивної реабілітації.

Перший етап дослідження був присвячений аналізу науково-методичної літератури. Була проведена робота з аналізу літератури щодо проблеми інтеграції допоміжних засобів у процес фізкультурно-спортивної реабілітації дітей з інвалідністю (на прикладі дітей із спастичними формами церебрального паралічу).

Другий етап дослідження був присвячений узагальненню інформації щодо інтеграції технічних засобів та методичних прийомів штучного керуючого середовища у процес реабілітації дітей з інвалідністю.

Третій етап був присвячений проведенню констатувального експерименту, підбивали підсумки педагогічного експерименту, формулювали висновки магістерської роботи.

РОЗДІЛ 3

ОБҐРУНТУВАННЯ ТА РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ІНТЕГРАЦІЇ ДОПОМІЖНИХ ЗАСОБІВ У ПРОЦЕС ФІЗКУЛЬТУРНО-СПОРТИВНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ДІТЕЙ ІЗ СПАСТИЧНИМИ ФОРМАМИ ЦЕРЕБРАЛЬНОГО ПАРАЛІЧУ

3.1 Зміст та структура авторського алгоритму вибору та інтеграції допоміжних засобів у процес фізкультурно-спортивної реабілітації дітей із спастичними формами церебрального паралічу

Нами було проведено аналіз спеціальної літератури та практичного досвіду роботи реабілітологів, який дозволив сформувавши коло проблемних питань процесу фізкультурно-спортивної реабілітації дітей із спастичними формами ЦП. Це дозволило нам визначити що спрямованість підвищення ефективності фізкультурно-спортивної реабілітації дітей із спастичними формами ЦП необхідно з залученням групи експертів. Під час проведення констатовального експерименту, було залучено 20 експерти ($n=20$), стаж роботи котрих був 5 роки та більше. Експертна оцінка передбачала питання, котрі необхідно було проранжувати методом переваги (табл. 3. 1).

Експерти, серед причин низької ефективності процесу фізкультурно-спортивної реабілітації дітей із спастичними формами ЦП, звернули особливу увагу на відсутність алгоритму вибору та інтеграції допоміжних засобів у процес фізкультурно-спортивної реабілітації дітей із спастичними формами ЦП (перше місце).

Згідно з думкою експертів, відсутність розповсюдження теоретичної інформації відносно вибору та інтеграції допоміжних засобів у процес фізкультурно-спортивної реабілітації дітей із спастичними формами ЦП, не сприяє ефективності процесу реабілітації (друге рангове місце), а також відсутність матеріально-технічної бази для організації реабілітаційного процесу (третє рангове місце) ($W=0,77$, $\chi^2=30,8$).

Інформація, щодо експертної оцінки підвищення ефективності процесу фізкультурно-спортивної реабілітації дітей із спастичними формами ЦП

№ п/п	Питання	Σ отриманих рангів	Рангове місце
2.	На вашу думку, які існують резерви підвищення ефективності процесу фізкультурно-спортивної реабілітації дітей із спастичними формами ЦП		
2.1.	Розповсюдження теоретичної інформації	41	2
2.2.	Відсутність матеріально-технічної бази для організації реабілітаційного процесу	57	3
2.3.	Розробка алгоритму вибору та інтеграції допоміжних засобів у процес фізкультурно-спортивної реабілітації дітей із спастичними формами ЦП	22	1
		$W=0,77, \chi^2=30,8$	

У публікаціях фахівці, які займаються проблемою реабілітації дітей із ДЦП [13, 14], як правило, при описі засобів додаткової опори (ЗДО) використовують побутові чи виробничі поняття. На думку С. Холодова [46] створення класифікації дозволить узагальнити всі використовувані пристосування групи на основі загальних властивостей, виключаючи їх побутові назви, наприклад, стіна, лавка, дошка, брус, тростина і т. п., а також дасть можливість їх диференціювання, використовуючи різні поєднання зазначених нижче ознак.

У зв'язку з вищевказаним, автор вважав за необхідне класифікувати всі засоби ручної додаткової опори для подальшого аналізу їх застосування наступним чином:

1. По можливості переміщення самої опори. За даною ознакою всі засоби опори були розділені на три групи: а) нерухому (фіксовану), б) рухливу і в) комбіновану, що представляє собою різні поєднання рухомих та фіксованих опорних пристроїв.

а). Нерухлива опора характеризується, передусім, тим, що під час ходьби дитина змушена поперемінно відривати руки від опори, їхнього переставлення з метою пересування вперед. До неї відносяться: стінка, стаціонарні паралельні бруси, балетний верстат, шведські сходи. Сюди можна віднести будь-які предмети побуту, наприклад, такі як стіл, стільці, за умови, що вони нерухомі [46].

Дана опора значною мірою дозволяє компенсувати недостатньо розвинені реакції рівноваги, крім того, при її використанні полегшується можливість збереження правильного положення тулуба і кінцівок [46].

До групи нерухомої опори ми також відносимо балансуєчу або хитну опору, яка схильна до деяких коливальних рухів у площині перпендикулярній до руху дитини: у фронтальній – при розташуванні дитини боком до опори, і сагітальній – при розташуванні дитини особою до опори (канати, підвіски і т.д.) [46].

б). У рамках рухомої опори виділяють стійку опору, яку розділили на переносну (чотирьохпорні переносні ходунки і стійкі тростини з різними видами хвата) і роликову (різного роду роликові ходунки), і нестійку (різні модифікації тростин, канадські палички, тростини Гохта, Н-, П-, і Т-подібні опорні пристрої).

Комбінована опора являє собою різні поєднання нерухомих та рухомих опорних пристроїв. Під час ходьби з одного боку відбувається опора на фіксований пристрій, з іншого – на переносний. Дані комбінації доцільно застосовувати як проміжний засіб при переході від ходьби з опорою на нерухому опору до ходьби з роздільними переносними опорами [46].

2. За способом контакту руки дитини з опорою всі ЗДО були розділені на дотичні (стіна, щит, лавка) і хапальні (бруси, всі модифікації тростини, переносні та роликові опори) засоби опори.

3. По проекції долоні на опорну частину пристосування – на горизонтальні (паралельні бруси, гімнастичні лави, кушетка, стіл, стілець, тростини з горизонтально розташованими ручками для хвата, всілякі види ходунків тощо) та вертикальні (стіна, щит, гімнастичні) палиці) [46].

Горизонтальна опора дозволяє перенести частину маси тіла на використовуваний пристрій, тим самим, розвантажуючи опорну кінцівку, а також компенсує нестачу сили м'язів-розгиначів нижніх кінцівок і тулуба [46].

4. За розташуванням опори щодо тулуба – на передню та бічну опори.

5. За кількістю опорних поверхонь – на одиночну та подвійну [46].

Повна класифікація засобів додаткової опори наведено у табл. 3.2.

Таблиця 3.2

Класифікація засобів ручної додаткової опори [46]

Вид опори		Засіб опори	
<i>Нерухлива опора</i>			
А. Горизонтальна опора			
1. Бокова	а) двостороння	1) гімнастичні лави	
		2) паралельні бруси	
	б) одностороння	1) гімнастична лава (кушетка)	
		2) брус	
2. Передня двостороння		1) гімнастична стінка чи кушетка	
Б. Вертикальна			
1. Бокова	а) двостороння	1) стіна+щит (або два паралельні щити)	
		1) стена (щит)	
	б) одностороння	1) стіна (щит)	
		1) стена (щит)	
2. Передня		1) стіна + лава	
В. Вертикально-горизонтальна комбінерована опора		1) стіна + лава	
		2) стіна+брус	
<i>Рухлива опора</i>			
А. Стійка			
1. Переносна	а) двостороння	спарена	1) чотирихопірні переносні ходунки
		роздільна	2) два стійкі тростини з горизонтальним хватом
			3) две устойчивые трости с вертикальным хватом
	б) одностороння	1) устойчивая трость с горизонтальным хватом	
2) стійка тростина з вертикальним хватом			
2. Роликова		1) пересувні роликові ходунки з горизонтальним хватом спереду	
		2) пересувні роликові ходунки з горизонтальним хватом з обох	

		боків
		3) пересувні роликові ходунки з вертикальним хватом
Б. Нестійка		
1. Подвійна	спарена	1) П-подібна опора спереду
		2) Н-подібна опора
		3) Т-подібна опора
	роздільна	1) тростини з горизонтальним хватом
		2) тростини з вертикальним хватом
		3) П-подібні опори збоку
2. Поодинокі		1) тростини з горизонтальним хватом
		2) тростини з вертикальним хватом
		3) канадська паличка
<i>Комбінована (нерухомо – рухлива) опора</i>		
Горизонтальна + стійка переносна		1) лава + стійка тростина
Горизонтальна + нестійка переносна опора		2) лава + нестійка тростина (П-подібна опора, канадська паличка тощо)
Вертикальна + стійка переносна		3) стіна + стійка тростина
Вертикальна + нестійка переносна		4) стіна+нестійка тростина (П-подібна опора, канадська паличка тощо)

Для виявлення синдрому рухових порушень доцільно використати такі тести.

Ректус тест. Направлений на виявлення ректус-синдрому, тобто синдрому рухових порушень, викликаного підвищенням тонусу прямого м'яза стегна. В основі даного тесту лежить залежність нахилу тазу від розтягування спастичного прямого м'яза стегна. Положення обстежуваного при тестуванні-на кушетці лежачи на спині, зі звисаючими вільно гомілками. На відміну від норми, гомілки дитини з ДЦП продовжують залишатися в положенні деякого розгинання в колінних суглобах, яке утримується спастично укороченими прямими м'язами, які, крім того, викликають нахил тазу та вторинний гіперлордоз. Спроба пасивно зігнути гомілки хоча б прямого кута різко

посилює нахил таза і лордоз поперекового відділу хребта. Тест свідчить про наявність ректус-синдрому, якщо відстань між вершиною лордозу та площиною опори більше 5 – 6 сантиметрів, і виразність якого різко збільшується при згинанні коліна [46].

Хамстрінг-тест. Спрямований на виявлення хамстрінг-синдрому, зумовленого патологічним тонусом внутрішньої групи згиначів гомілки: ніжної, напівсухожильної та напівперетинчастої. Для визначення ступеня участі згиначів гомілки у формуванні описаного синдрому використовують наступний тест [46].

Обстежений лежить на спині з випрямленими в тазостегнових та колінних суглобах ногами. Дослідник згинає ногу дитини в кульшовому суглобі до кута 90°, після чого пасивно розгинає коліно, притискаючи протилежну ногу до площини кушетки. У зв'язку з гіпертонусом внутрішніх згиначів гомілки пасивне розгинання в колінному суглобі буде утруднено. Якщо кут можливого пасивного розгинання вбирається у 100-110° (при тяжкому ступені – 85-90°), тест вважається позитивним, а згинальна установка колінного суглоба трактується як провідна деформація [46].

Трицепс-тест. Трицепс-синдром – синдром рухових порушень, зумовлений спастичною контрактурою триголового м'яза гомілки. Клінічно цей синдром характеризується еквінусом (згинальною установкою) стопи [46].

Положення обстежуваного – лежачи на животі з випрямленими ногами. Дослідник згинає коліно хворого та коригує еквінус стопи до 90°, потім розгинає коліно хворого. Якщо за еквінус відповідальний тільки литковий м'яз, то при розгинанні коліна він проявляється знову і тепер вже важко піддається корекції, або він стає неможливим. Еквінус стопи, ступінь якого не залежить від згинання колінного суглоба, обумовлений спастичною контрактурою всіх трьох головок триголового м'яза гомілки [46].

Тибіальний тест. Положення обстежуваного – лежачи на животі. Дослідник пропонує дитині зігнути ногу в колінному суглобі. На наявність даного синдрому вказує на автоматичне розгинання стопи (іноді до кута 45-

50о). Після закінчення автоматичного розгинання стопа фіксується в цьому положенні і чинить опір при її згинанні [46].

Глобальна згинальна синергія (ГСС). Початкове положення обстежуваного – лежачи на животі. Дослідник просить зігнути коліно однієї ноги. За наявності ГСС завжди відбувається автоматичне та одночасне згинання в тазостегнових, колінних та гомілковостопних суглобах обох ніг, при цьому таз піднімається над поверхнею кушетки, що супроводжується збільшенням глибини поперекового лордоза [46].

Ступінь спастичності доцільно визначать за ступенем опору м'яза при його розтягуванні з використанням модифікованої 5-ти бальної шкали Ашфурту рис. 3. 1. [46].

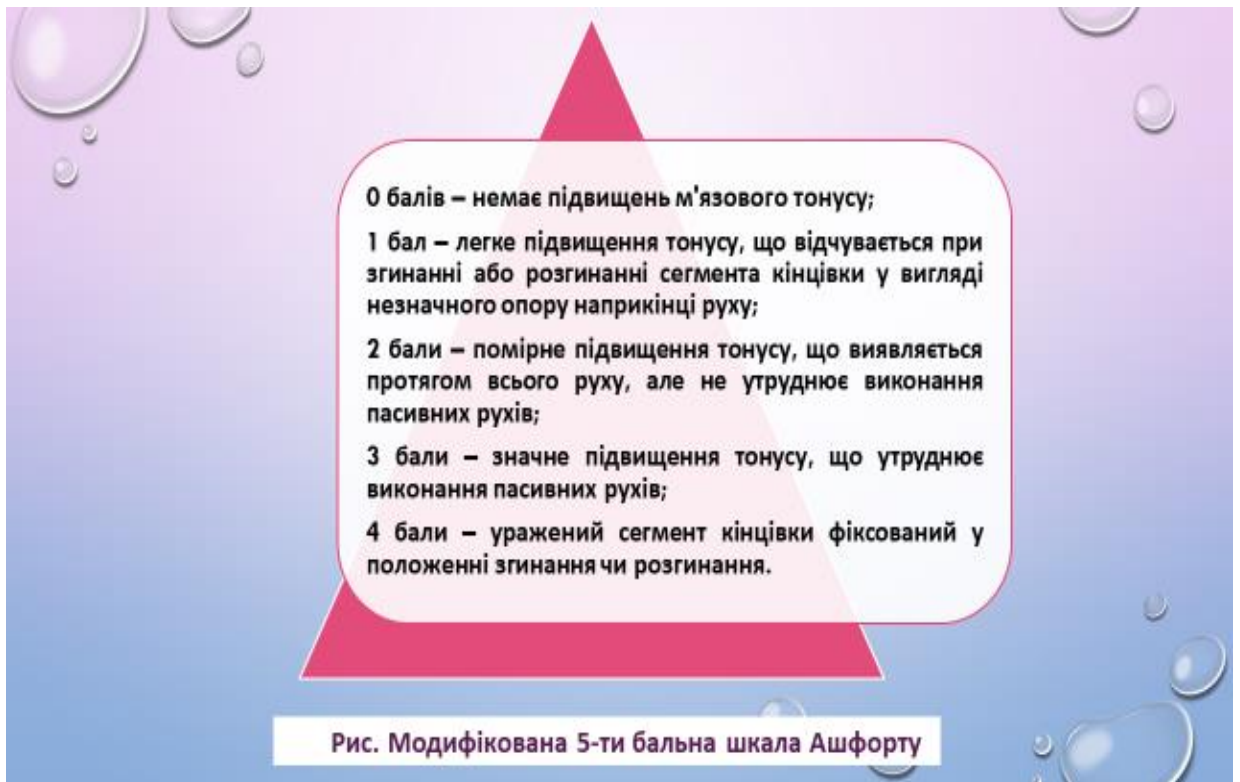


Рис. 3. 1. Модифікована 5-ти бальна шкала Ашфурту [46]

ВИСНОВКИ

1. Для дітей з руховими порушеннями проблема створення умов для покращення їх фізичного та особистісного розвитку, відновлення контакту з оточуючим світом та повноцінною соціалізацією має особливу актуальність. Діти з інвалідністю, у тому числі і з ДЦП, як правило, ведуть малорухливий спосіб життя, що призводить до відставання у фізичному та функціональному розвитку, труднощі в самообслуговуванні, спілкуванні, навчанні, оволодінні професійними навичками. Порушення рухової активності у дітей з ДЦП є однією з провідних проблем, що перешкоджає повноцінній реабілітації, формуванню навичок самообслуговування, спілкуванні, навчанні, соціалізації дитини на суспільстві. Порушення у функції стояння та ходьби у дітей з ДЦП зустрічається практично у 100%, що є основною перешкодою до формування самостійного пересування.

2. Сьогодні засоби зовнішнього управління рухами дітей з інвалідністю з заданими індивідуальними параметрами, якими є роботизовані ортези, мобільні екзоскелетні костюми, роботизовані реабілітаційні системи, електромеханічні тренажери ходьби дозволяють вирішувати цілий комплекс проблем: зниження спастичності, розвиток сили м'язів, патологічної імпульсації від структур центральної нервової системи, формування нового стереотипу стояння та ходьби.

3. Залучення групи експертів дозволило визначити спрямованість підвищення ефективності фізкультурно-спортивної реабілітації дітей із спастичними формами ЦП. Експерти, серед причин низької ефективності процесу фізкультурно-спортивної реабілітації дітей із спастичними формами ЦП, звернули особливу увагу на відсутність алгоритму вибору та інтеграції допоміжних засобів у процес фізкультурно-спортивної реабілітації дітей із спастичними формами ЦП (перше місце). Згідно з думкою експертів, відсутність розповсюдження теоретичної інформації відносно вибору та інтеграції допоміжних засобів у процес фізкультурно-спортивної реабілітації дітей із спастичними формами ЦП, не сприяє ефективності процесу реабілітації (друге

рангове місце), а також відсутність матеріально-технічної бази для організації реабілітаційного процесу (третє рангове місце) ($W=0,77$, $\chi^2=30,8$).

4. Алгоритму вибору та інтеграції допоміжних засобів у процес фізкультурно-спортивної реабілітації дітей із спастичними формами церебрального паралічу має наступний вигляд: виявлення синдрому рухових порушень: ректус тест, хамстрінг-тест, тріцепс-тест, тибіальний тест, глобальна згинальна синергія, шкала Ашфурту; після чого доцільно визначитися з засобами ручної додаткової опори: по можливості переміщення самої опори (нерухому, рухливу і комбіновану), за способом контакту руки дитини з опорою на дотичні (стіна, щит, лавка) і хапальні (бруси, всі модифікації тростини, переносні та роликові опори) засоби опори; по проекції долоні на опорну частину пристосування – на горизонтальні (паралельні бруси, гімнастичні лави, кушетка, стіл, стілець, тростини з горизонтально розташованими ручками для хвата, всілякі види ходунків тощо) та вертикальні (стіна, щит, гімнастичні) палиці): за розташуванням опори щодо тулуба – на передню та бічну опори; за кількістю опорних поверхонь – на одиночну та подвійну.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анохін П.К. Загальні принципи компенсації порушених функцій та їх фізіологічне обґрунтування 2012 р. С. 52-110 с.
2. Афанасьев С. Н. Физическая реабилитация детей младшего школьного возраста с церебральным параличом, осложненным сколиозом: дис. ... канд. наук по физ. восп. и спорту: 24.00.03. Киев. 2008. 187 с.
3. Афанасьев Д.С. Профілактика порушень біомеханічних властивостей стопи дітей молодшого шкільного віку з депривацією слуху в процесі адаптивного фізичного виховання. [дисертація], Дніпро. 2023. 231 с.
4. Бадалян Л. О., Журба Л. Т. Детские церебральные параличи. Киев, 1988. 228 с.
5. Богдановська Н. В. Особливості застосування засобів фізичної реабілітації дітей з церебральним паралічем. Вісник Запорізького національного університету. 2014. № 1 (12). С. 10–16.
6. Буховець Б. О. Фізична реабілітація дітей з дитячим церебральним паралічем з використанням Бобат-терапії. [автореферат] Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, 2018. 26 с.
7. Виготській Л.С. «Основні проблеми дефектології.» 1956 р. 512 с.
8. Винник Джозеф П. Адаптивное физическое воспитание и спорт/ под ред. Джозефа П. Винника; пер. с англ. И. Андреев. К.: Олимп. литература, 2010. 608 с.
9. Воронін Д. М. Іпотерапія в фізичній реабілітації дітей віком 6–10 років з церебральним паралічем: автореф. дис... канд. наук з фіз. виховання і спорту: 24.00.03. Л., 2009. 20 с.
10. Деделюк Н. А. Теорія і методика адаптивної фізичної культури: навч.-метод. посібник для студентів. – Луцьк: Вежа-Друк, 2014. 68 с.
11. Детские церебральные параличи. Основы клинической реабилитационной диагностики. Козьякин В. И. и др.: Медицина, 1999. 295 с.
12. Евсеев С. Теория и организация адаптивной физической культуры. 2016. 800 с.

13. Єдинак Г. А. Теорія і технологія використання фізичних вправ у реабілітації дітей з церебральним паралічем: навч. посібник. Кам'янець Подільський: ПП Мошак М. І. 2007. 121 с.

14. Єдинак Г. А. Теоретико-методичні основи рухової діяльності дітей з церебральним паралічем у фізичному вихованні. [автореферат]. Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ. 2010. 41 с.

15. Єфименко ММ. Основи корекційно спрямованого фізичного виховання дітей з порушеннями опорно-рухового апарату [автореферат] Київ. 2014. 43 с.

16. Желізний М. М. Корекція функції рівноваги у дітей з спастичними формами церебрального паралічу. Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми з фізичного виховання. 2012. № 2. С.40–45.

17. Іваницький М.Ф. Анатомія аналіз положення та руху тіла в просторі. 2008. С. 216-273.

18. Кашуба В., Чухловина В. Технологія корекції рухових порушень у дітей молодшого шкільного віку зі спастичними формами церебрального паралічу. Спортивний вісник Придніпров'я. 2017.2.177–82.

19. Кашуба В., Чухловина В. Сучасні погляди на корекцію рухових порушень у дітей молодшого шкільного віку зі спастичними формами церебрального паралічу. Вісник Прикарпатського університету: Фізична культура. 2017.25–26.160–68.

20. Кашуба В. О., Попадюха Ю. А. Біомеханіка просторової організації тіла людини: сучасні методи та засоби діагностики і відновлення порушень : монографія. Київ : Центр учбової літ., 2018. 768 с.

21. Кашуба В, Холодов С, Баканичев О. Використання технічних засобів та методичних прийомів «штучного керівного середовища» в процесі занять фізичними вправами Молодіжний науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. Фізичне виховання і спорт : журнал / уклад. А.В. Цьось, А.І. Альошина. Східноєвроп. нац. ун-т. ім. Лесі Українки, 2019. 35. С. 19-24.

22. Кашуба В, Холодов С. Біомеханічні аспекти ходьби дітей молодшого шкільного віку Вісник Прикарпатського університету. 2020;34:9-16.

23. Козявкін В. І. Методи оцінки ефективності оцінки медичної реабілітації в системі інтенсивної нейрофізичної реабілітації. Український медичний часопис. 2003. № 3. С. 61–66.

24. Козявкін В. І. Методика проф. В. І Козявкіна. Система інтенсивної Козявкін-нейрофізіологічної реабілітації. Блок кінезіотерапії. Міжнародна клініка відновного лікування. Трускавець, 2004. 125 с.

25. Круцевич Т. Ю. Теория и методика физического воспитания. Киев: Олимпийская литература, 2003. Т. 2. 377 с.

26. Легкая Е. Ф., Ходасевич Л. С., Полякова А. В. Информационные технологии в комплексной реабилитации пациентов с детским церебральным параличом (обзор). Вопросы курортологии, физиотерапии и лечебной физической культуры. 2016. Т. 93. № 2. С. 53–58.

27. Мисів В. М., Юрчишин Ю. В. Зміст і форми підготовки майбутніх фахівців з фізичної реабілітації до забезпечення соціальної адаптації школярів з церебральним паралічем. Вісник Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Фізичне виховання, спорт і здоров'я людини. 2017. С. 339–348.

28. Мога Н. Д. Коррекция двигательных нарушений у детей дошкольного возраста с детским церебральным параличом: дис. ... канд. пед. наук. – Одесса, 2007. – 250 с.

29. Мороз Л., Лянной Ю. Особливості застосування музичних занять у корекції рухової сфери молодших школярів із дитячим церебральним паралічем. Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві. 2017. Т. 3. С. 89–93.

30. Мороз Л. В. Розвиток рухової активності в учнів з дитячим церебральним паралічем засобами нетрадиційних технологій навчання автореф. дис. ... канд. пед. наук: 13.00.03. Одесса, 2007. 21 с.

31. Наказ Міністерства освіти і науки України від 28.01.2014 р. URL: <http://old.mon.gov.ua/files/normative/2016-09-13/1736/80zizminami.pdf>

32. Омельчук Я. В. Проблеми фізичної реабілітації дітей молодшого віку з церебральним паралічем. *Naukaistudia*. 2016. Т. 26. № 6. С. 1014–1020.

33. Основи реабілітації рухових порушень за методом Козьявкіна / Козьявкін В. І. та інші. Львів: НВФ "Українські технології", 2007. 192 с.
34. Панкова М. Д., Дружко Е. В. Формирование навыка ходьбы на основе применения лечебного костюма "Адели" при детском церебральном параличе. 2017. С. 163–164
35. Пономарьова Е. Е., Попадюха Ю. А. Complex method psychophysical rebilitatsiyi children with cerebral palsy, with functional music therapy in all components treatment. Міжнародний науковий журнал. 2016. № 9. С. 81–84.
36. Поташнюк Р., Козачук І., Поташнюк І. Корекція сколіотичної деформації у дітей із дитячим церебральним паралічем засобами фізичної реабілітації. Фізичне виховання, спорт і культура здоров'я у сучасному суспільстві. 2017. Т. 3. С. 121–124.
37. Семенова К.А. Клиника и реабилитационная терапия детских церебральных параличей. 1972. 234 с.
38. Семенова К. А. Методические рекомендации по применению рабочей классификации детского церебрального паралича. 1973. 20 с.
39. Семенова К.А. Обоснование метода динамической проприоцептивной коррекции для восстановительного лечения больных с резидуальной стадией детского церебрального паралича Журнал невропатологии и психиатрии. 1996.3.47-50.
193. Семенова К.А. Восстановительное лечение больных с резидуальной стадией детского церебрального паралича. Антидор, 1999. 384 с.
40. Система класифікації функції руки в дітей із церебральним паралічем: українська версія. Журнал неврології ім. Б.М. Маньковського. / Качмар О. О. и др. 2016. Т. 4. № 2. С. 31–34.
41. Скворцов Д.П. Клінічна концепція аналізу патологічної ходи 2009. С.23-27 с.
42. Смолянінов А.Г. Кінезіотерапія при ДЦП 2017. 59 с.
43. Співак Б.Г. Вітензон А.С. Клініко-біомеханічні предумови корекції ходи хворих на ДЦП за рахунок стимуляції м'язів. Протезування 2016. С. 65-73.

44. Страшко Є. Ю. Реабілітація дітей, хворих на дцп, шляхом впливу на руховий стереотип. Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник української медичної стоматологічної академії. 2017. Т. 17. № 2 (58). С. 180–184.

45. Таран І. В. Кінезотерапія, як засіб рухової активності дітей із церебральним паралічем. Теоретичні та методичні проблеми фізичної реабілітації. Херсон, 2014. С. 213–227.

46. Холодов. С.А. Формування навичок ходьби у дітей дошкільного віку із спастичними формами дитячого церебрального паралічу. к.п.н, Південноукраїнський державний педагогічний університет імені К.Д. Ушинського, Одеса, 2006. 25 с.

47. Холодов С. Особливості часової структури ходьби практично здорових дітей молодшого шкільного віку Молодіжний науковий вісник Волинського національного університету імені Лесі Українки. Фізичне виховання і спорт : журнал / уклад. А.В. Цьось, А.І. Альошина. Східноєвроп. нац. ун-т. ім. Лесі Українки, 2019. 37. С. 13-21.

48. Холодов С. Сучасні тренди у практиці фізкультурно-спортивної реабілітації дітей з церебральним паралічем Фізична культура, спорт та здоров'я нації. 2022;11 (30):270-7.

49. Чудна Р. В. Обґрунтування структури та змісту навчальної дисципліни “Адаптивне фізичне виховання” в системі вищої фізкультурної освіти: дис. ... канд. наук з фіз. виховання і спорту. К., 2003. 195 с.

50. Чухловіна ВВ. Корекція рухових порушень у дітей молодшого шкільного віку зі спастичними формами церебрального паралічу в процесі фізичного виховання [дисертація]. Придніпровська державна академія фізичної культури і спорту, Дніпро, 2018. 223 с.

51. Ali M. S., Does spasticity affect the postural stability and quality of life of children with cerebral palsy? Journal of Taibah University Medical Sciences Brown K: Positional deformity in children with cerebral palsy. Physiother Theory Pract. Volume 16, Issue 5, October 2021, Pages 761 766doi.org/10.1016/j.jtumed.2021.04.011

52. A new anatomically based protocol for gait analysis in children / A. Leardini, Z. Sawacha, G. Paolini, S. Inghrosso, R. Nativo, M.G. Benedetti // *Gait Posture*. 2007. Vol. 26, No 4. P. 560-571. DOI: 10.1016/j.gaitpost.2006.12.018.

53. A novel magnet based 3D printed marker wand as basis for repeated in-shoe multi segment foot analysis: a proof of concept / M. Eerdeken, F. Staes, T. Pilkington, K. Deschamps // *J. Foot Ankle Res.* 2017. Vol. 10. P. 38. DOI: 10.1186/s13047-017-0220-7.

54. Armand S., Decoulon G., BonnefoyMazure A. Gait analysis in children with cerebral palsy // *EFORT Open Rev.* 2016. Vol. 1, No 12. P. 448-460. DOI: 10.1302/2058-5241.1.000052.

55. Auxter D., Pyfer J. Principles and methods of adapted physical education and recreation. 5-thed. St. Louis, Missouri: The C. V. Mosby College Publishing, 1985. 135 p.

56. Azevedo N., Ribeiro J.C., Machado L. Balance and Posture in Children and Adolescents: A Cross-Sectional Study. *Sensors* 2022, 22, 4973. <https://doi.org/10.3390/s2213497>