



Фізична терапія спастичності для корекції просторово-часових порушень ходьби в дітей із церебральним паралічем

Юн Бьон-Йоль ^{ID} B,C,D, О. Б. Неханевич ^{ID} *A,E,F

ДЗ «Дніпропетровська медична академія Міністерства охорони здоров'я України», м. Дніпро

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті

Мета роботи – підвищити ефективність фізичної терапії рухових розладів у дітей зі спастичною формою церебрального паралічу шляхом застосування програми терапевтичних тренувань на розробленому пристрої для реабілітації людей із порушенням функцій опорно-рухового апарату.

Матеріали та методи. У дослідження залучили 30 дітей віком від 6 до 11 років зі спастичною диплегією внаслідок церебрального паралічу. Пацієнтів поділили на 2 групи. Додатково до стандартної програми реабілітації всім пацієнтам призначали терапевтичні тренування ходьби з використанням пристрою для реабілітації людей із порушенням функцій опорно-рухового апарату: I група (n = 14) – за динамічною методикою; II група (n = 16) – за статичною методикою. Досліджували просторово-часові характеристики ходьби, показники активності повсякденного життя, рівень спастичності м'язів нижньої кінцівки, функціональні характеристики ходьби; застосовували методи математичної статистики.

Результати. Застосування розробленої програми терапевтичних вправ із використанням пристрою для реабілітації людей із порушенням функцій опорно-рухового апарату позитивно вплинуло на рівень спастичності м'язів нижніх кінцівок, довжину одного циклу ходьби, швидкість ходьби, функціональний стан, поліпшило рівновагу, зменшило ризик падіння в дітей із церебральним паралічем.

Висновки. Застосування розробленої терапевтичної програми позитивно вплинуло на просторово-часові характеристики ходьби, рівновагу та функціональний стан дітей із церебральним паралічем, зменшило рівень спастичності. Збільшення довжини одного циклу ходьби відбувається протягом перших 4 тижнів тренувань, показники функціонального стану показали найбільшу динаміку тільки на 6 тижні тренувань. Розроблення реабілітаційного пристрою з можливістю переміщення та застосування методики виконання вправ із частковою нестабільною підтримкою таза абдуктором-підйомником, що рухається за вертикальною віссю, позитивно вплинуло на показники рівноваги та знизило ризик падіння.

Ключові слова: фізична терапія, гіпертонус м'язів, швидкість ходьби, функціональний стан, рівновага.

Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. 2021. Т. 14, № 1(35). С. 142–148

Physical therapy of spasticity for correction of spatiotemporal impairments of gait in children with cerebral palsy

Yun Byoung Yul, O. B. Nekhaneych

The aim of the work is to increase the effectiveness of physical therapy of motor impairments in children with spastic form of cerebral palsy by applying a program of therapeutic training on the device developed for rehabilitation of people with musculoskeletal disorders.

Materials and methods. 30 children aged 6 to 11 years with cerebral palsy-associated spastic diplegia were included in the study. Patients were divided into 2 groups. In addition to the standard rehabilitation program, all patients were prescribed therapeutic gait training using a device for rehabilitation of people with musculoskeletal disorders: group I (n = 14) – according to the dynamic method; group II (n = 16) – by static method. The spatiotemporal characteristics of gait, activity daily indicators, the level of spasticity of lower extremity muscles, functional characteristics of gait, and the methods of mathematical statistics were studied.

Results. The implementation of the elaborated program of therapeutic exercises using a device for rehabilitation of people with musculoskeletal disorders had a positive effect on the level of muscle spasticity of the lower extremity, stride length, walking speed, general endurance. It also improved balance and reduced the risk of falling in children with cerebral palsy.

Conclusions. The application of the elaborated therapeutic program had a positive effect on the spatiotemporal characteristics of walking, balance and functional condition of children with cerebral palsy, as well as reduced the level of spasticity. The increase in the stride length occurs during the first 4 weeks of training, and functional condition indicators showed the greatest dynamics only after 6 weeks of training.

ARTICLE INFO



<http://pharmed.zsmu.edu.ua/article/view/226890>

UDC 61:615.81-84:616-009.1-8:616.833.17-009.11

DOI: [10.14739/2409-2932.2021.1.226890](https://doi.org/10.14739/2409-2932.2021.1.226890)

Current issues in pharmacy and medicine: science and practice 2021; 14 (1), 142–148

Key words: physical therapy, muscle hypertonia, walking speed, physical endurance, postural balance.

*E-mail: 202@dsm.a.dp.ua

Received: 01.10.2020 // Revised: 26.10.2020 // Accepted: 02.11.2020

The elaboration of the rehabilitation device with the ability to move and apply the technique of exercising with partially unstable pelvic support by the abductor-lift moving along the vertical axis, positively affected the balance and reduced the risk of falling.

Key words: physical therapy, muscle hypertonia, walking speed, physical endurance, postural balance.

Current issues in pharmacy and medicine: science and practice 2021; 14 (1), 142–148

Физическая терапия спастичности для коррекции пространственно-временных нарушений ходьбы у детей с церебральным параличом

Юн Бьон-Йоль, О. Б. Неханевич

Цель работы – повысить эффективность физической терапии двигательных нарушений у детей со спастической формой церебрального паралича путем применения программы терапевтических тренировок на разработанном устройстве для реабилитации людей с нарушением функций опорно-двигательного аппарата.

Материалы и методы. В исследование включили 30 детей в возрасте от 6 до 11 лет со спастической диплегией вследствие церебрального паралича. Пациентов поделили на 2 группы. Дополнительно к стандартной программе реабилитации всем пациентам назначали терапевтические тренировки ходьбы с использованием устройства для реабилитации людей с нарушением функций опорно-двигательного аппарата: I группа (n = 14) – по динамической, II группа (n = 16) – по статической методике. Исследовали пространственно-временные характеристики ходьбы, показатели активности повседневной жизни, уровень спастичности мышц нижней конечности, функциональные характеристики ходьбы; применены методы математической статистики.

Результаты. Применение разработанной программы терапевтических упражнений с использованием устройства для реабилитации людей с нарушением функций опорно-двигательного аппарата позитивно повлияло на уровень спастичности мышц нижних конечностей, длину одного цикла ходьбы, выносливость, улучшило равновесие и уменьшило риск падения у детей с церебральным параличом.

Выводы. Применение разработанной терапевтической программы позитивно повлияло на пространственно-временные характеристики ходьбы, равновесие, функциональное состояние и уровень спастичности у детей с церебральным параличом. Увеличение длины одного цикла ходьбы отмечено на протяжении первых 4 недель тренировок, показатели выносливости изменились только к 6 неделе тренировок. Разработка реабилитационного устройства с возможностью перемещения и применение методики с частичной нестабильной поддержкой таза абдуктором-подъемником, который может передвигаться по вертикальной оси, позитивно повлияло на показатели равновесия и снизило риск падения.

Ключевые слова: физическая терапия, гипертонус мышц, скорость ходьбы, функциональное состояние, равновесие.

Актуальные вопросы фармацевтической и медицинской науки и практики. 2021. Т. 14, № 1(35). С. 142–148

Одна з найпоширеніших і найскладніших проблем у реабілітації дітей із церебральним параличом (ЦП) – обмеження життєдіяльності, пов'язане з виконанням довільних рухів унаслідок спастичності, дистонії, м'язових контрактур, зменшення м'язової сили, м'язової слабкості та порушення координації рухів [1]. У разі неврологічних розладів при ЦП, що не прогресують, без належної фізичної терапії відбувається збільшення тяжкості рухових порушень, а отже обмеження життєдіяльності поступово посилюється з віком [2]. Це суттєво порушує повсякденну активність пацієнтів, зокрема шляхом обмеження здатності до вільного переміщення у просторі [3]. Особливо важливими є порушення великих моторних функцій (здатності до бігу, ходьби, стояння, сидіння) [4].

Сучасні дослідження доводять обмеженість ефективності класичних підходів у реабілітації з застосуванням тільки пасивних вправ, а також на розтягнення та збільшення амплітуди рухів у суглобах. Навчання руховим навичкам при цьому не відбувається [5]. Трансформація поглядів у фізичній терапії пов'язана з еволюцією уявлень щодо механізмів моторного навчання, особливо в осіб із порушенням формування рухових навичок. Особливу увагу провідні фахівці сьогодення [2,5–7] концентрують на необхідності застосування терапевтичних утручань, що спрямовані на активне виконання значущих для пацієнта специфічних завдань та активності,

наприклад у звичних умовах. Саме такий підхід у реабілітації – виконання завдання специфічних активностей повсякденного життя є основою нейропластичності [6]. Тренування функціональної ходьби для виконання важливого для пацієнта завдання – запорука успішного засвоєння необхідної навички ходьби, позитивно впливає на кінематичні та кінетичні характеристики ходьби, що збільшує незалежність особи та ступінь її залучення у процеси повсякденного життя [7].

Традиційні підходи до розвитку рухових функцій також не враховували негативний вплив низького функціонального стану на показники пацієнтів із ЦП, зниження якого пов'язано з обмеженням щоденного загального обсягу рухів. Дослідження останніх років доводять: саме обмеження фізичної активності в дітей із ЦП – головний фактор негативного впливу на розвиток рухових можливостей, а отже обмежує життєдіяльність [2,8].

Практичний і науковий інтерес викликає також вплив циклічних вправ на рівень спастичності, обсяг пасивних та активних рухів у суглобах [9]. Опубліковано поодинокі роботи, що доводять зниження рівня спастичності під впливом ходьби та, як наслідок, збільшення обсягу рухів [7]. Але більшість науковців не визначили позитивний вплив [10].

Фахівці не мають єдиного погляду щодо ефективності використання методик парціального розвантаження

ваги тіла пацієнта протягом терапевтичних тренувань. У доступній фаховій літературі є роботи, що доводять необхідність таких утручань [11]. Але інші дослідники наводять дані про відсутність позитивного впливу на рухові функції парціальної підтримки ваги пацієнтів [12].

Незважаючи на важливі досягнення в реабілітації дітей із ЦП, немає єдиного науково обґрунтованого протоколу фізичної терапії таких пацієнтів [13]. Це вказує на недосконалість сучасних підходів до їх реабілітації та потребує узагальнення, пошуку нових методів фізичної терапії.

Мета роботи

Підвищити ефективність фізичної терапії рухових розладів у дітей зі спастичною формою церебрального паралічу шляхом застосування програми терапевтичних тренувань на розробленому пристрої для реабілітації людей із порушенням функцій опорно-рухового апарату.

Матеріали і методи дослідження

У дослідження залучили 30 дітей віком від 6 до 11 років (середній вік $-8,6 \pm 1,3$ року) зі спастичною диплегією внаслідок ЦП, 14 (46,7 %) дівчат і 16 (53,3 %) хлопців. За системою класифікації великих моторних функцій (GMFCS) [1] пацієнтів поділили на групи за тяжкістю проявів ЦП: 1 група тяжкості ЦП – 7 (23,3 %) осіб, 2 група – 12 (40,0 %), 3 група – 11 (36,7 %).

Критерії залучення в дослідження: вік від 6 до 12 років, клінічна форма (двобічна спастична диплегія), тяжкість ЦП за GMFCS I–III ступенів, можливість самостійно стояти, активно крокувати, стан інтелектуальних функцій (здатність виконувати інструкції), надання письмової згоди на участь у дослідженні. Критерії виключення: вік до 6 або більше ніж 12 років, істотні порушення зору, епілептичні напади в анамнезі, хірургічні втручання протягом останніх 12 місяців, застосування препаратів ботулотоксину А впродовж останніх 6 місяців, згинальні контрактури в кульшовому суглобі понад 30° , колінному суглобі понад 20° , гомілковостопному суглобі понад 15° , інші форми ЦП.

Усім пацієнтам, які брали участь у дослідженні, призначали стандартний комплекс заходів фізичної терапії, що передбачав виконання вправ для збільшення амплітуди рухів у суглобах, підвищення гнучкості (постізометрична релаксація), силових вправ для м'язів тулуба та кінцівок, прибрати слово для розвитку проксимальної та дистальної рівноваги на статичних і динамічних платформах, координації – вправи в ігровій формі в сенсорному басейні, диференційованого масажу.

За допомогою таблиці випадкових чисел, згенерованої у програмі Statistica 6.1, пацієнтів поділили на 2 групи дослідження, що вірогідно не відрізнялися за статтю, віком пацієнтів і тяжкістю ЦП за GMFCS ($p > 0,05$).

Додатково до стандартної програми фізичної терапії всім пацієнтам призначали терапевтичні вправи з використанням пристрою для реабілітації людей із

порушенням функцій опорно-рухового апарату (реабілітаційний пристрій) [14]. Реабілітаційний пристрій містить платформу для ніг, встановлену між двома горизонтальними опорами, та вертикальну опорну стійку з тримачами для рук. Горизонтальні опори мають передню та задню частини, оснащені колесами та з'єднані між собою перпендикулярною до них опорною рамою. На задній частині рами встановлена функціональна стійка, що розташована між спареними ведучими колесами та поєднана з вертикальною стійкою підголівника, спинкою з нижньою та верхньою рамками для розміщення пацієнта. На функціональній стінці також встановлений абдуктор-підйомник, що може переміщуватись у вертикальній площі та фіксуватись на певній висоті. Крім того, функціональна стійка обладнана пружиною, що з'єднана з верхньою рамкою для розміщення пацієнта. Тримачі для рук розташовані на передній частині опорної рами, з'єднані з опорною стійкою, кривошипним механізмом із платформою для ніг і спареними ведучими колесами. Передня горизонтальна опора обладнана стійкою управління. Ведуче колесо виконане з отворами для встановлення довжини та ширини кроку пацієнта.

Пацієнтам групи I ($n = 14$, середній вік $-8,6 \pm 1,0$ року) додатково до стандартного комплексу фізичної терапії призначали терапевтичні вправи з ходьби з використанням реабілітаційного пристрою за динамічною методикою. Вона включала мотивоване переміщення гімнастичною залом та часткову нестабільну підтримку таза пацієнта абдуктором-підйомником реабілітаційного пристрою. Методика передбачала терапевтичні тренування 1 раз на добу тривалістю 30 хвилин: 5 хв – підготовча частина (виконання пасивних та активних вправ для збільшення амплітуди рухів і сили), 20 хв – основна частина (виконання вправ на реабілітаційному пристрої в динамічному режимі), 5 хв – завершальна частина (вправи для гнучкості).

Пацієнти групи II ($n = 16$, середній вік $-8,6 \pm 1,5$ року) додатково до стандартного комплексу фізичної терапії в основній частині заняття виконували терапевтичні вправи з ходьби з використанням реабілітаційного пристрою за статичною методикою. Методика передбачала виконання вправ на реабілітаційному тренажері без переміщення та з частковим (парціальним) розвантаженням ваги тіла внаслідок стабільної (фіксованої) підтримки таза абдуктором-підйомником реабілітаційного пристрою.

Тривалість програми фізичної терапії становила 6 тижнів. Загальна кількість тренувань протягом цього терміну – 30 процедур. Частоту кроків під час виконання терапевтичного навантаження на реабілітаційному пристрої визначали за відчуттям комфорту пацієнта (на рівні 10–12 балів за суб'єктивною шкалою складності виконання фізичного навантаження (шкала Борга)) [15]. Довжину та ширину кроку визначали шляхом аналізу просторово-часових характеристик ходьби. За умови збільшення довжини та ширини кроку, що встановлювали під час наступних тестувань, на 2 і 4 тижнях тренувальної

програми довжину та ширину кроку на реабілітаційному пристрої змінювали.

Обстеження виконали до початку, на 2, 4 і 6 тижнях терапевтичних тренувань. Просторово-часові характеристики ходьби (довжини кроку, довжини одного циклу ходьби, ширини кроку, ритм ходьби) вивчали за допомогою відеофіксації та вимірювання сантиметровою стрічкою [16]. Показники активності повсякденного життя визначали за шкалою вимірювання великих моторних функцій (GMFM-66) [17]. Рівень спастичності м'язів нижньої кінцівки (литкового, чотириголового м'язів і привідних м'язів стегна) оцінювали за допомогою модифікованої шкали Ашворта [18]. Функціональні характеристики ходьби вивчали шляхом застосування стандартизованих функціональних тестів (швидкість ходьби визначали за показниками 10-метрового тесту ходьби, функціональний стан – за показниками 6-хвилинного тесту ходьби [19], рівновагу та імовірність падіння – за часовим тестом «Встань та йди!» (TUG тест) [20].

Статистично результати опрацювали за допомогою пакета ліцензійних прикладних програм Statistica (6.1, серійний номер AGAR909E415822FA). Тип розподілу даних визначали за допомогою W-критерію Шапіро–Вілка. Вірогідність відмінностей між показниками визначали, враховуючи тип розподілу, за допомогою t-критерію Стьюдента, U-критерію Манна–Вітні та критерію хі-квадрат Пірсона. Для визначення впливу факторів виконали дисперсійний аналіз ANOVA/MANOVA. Пороговим рівнем статистичної значущості результатів вважали $p < 0,05$. Результати наведені як $M \pm SD$ для кількісних показників, відсотки – для якісних показників.

Дослідження виконали згідно з принципами Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації «Етичні засади медичних досліджень, що стосуються людських суб'єктів» (змінена в жовтні 2013 р.). Дозвіл на здійснення досліджень надав комітет з етики ДЗ «ДМА». Письмову інформовану згоду надали всі батьки пацієнтів, які брали участь у дослідженні.

Результати

Використання програми фізичної терапії на розробленому реабілітаційному пристрої позитивно вплинуло на рівень спастичності м'язів нижніх кінцівок у дітей із ЦП, які взяли участь у дослідженні. Статистично значущі зміни відбулись у литкових і чотириголових м'язах нижньої кінцівки в обох групах спостереження, але у привідних м'язах стегна (тонкому, довгому привідному півсухожилковому та півперетинчастому м'язі) динаміку за рівнем м'язового тону не спостерігали (табл. 1).

Застосування розробленої програми фізичної терапії з використанням реабілітаційного пристрою позитивно вплинуло на просторово-часові показники ходьби в обох групах спостереження. Так, статистично значущо збільшилась довжина одного циклу ходьби: на 14,1 % – у I

групі, на 13,2 % – у II групі спостереження ($p < 0,05$). Статистично значущо різницю між I та II групами за абсолютним показником довжини одного циклу ходьби наприкінці дослідження не встановили (табл. 2).

Виявили істотне збільшення довжини циклу в обох групах спостереження на перших 2 тижнях застосування розробленої програми фізичної терапії при відносно стійкій довжині циклу надалі. Так, у I групі спостереження протягом перших 2 тижнів відбулося збільшення довжини циклу на $6,57 \pm 2,38$ см; це статистично значущо більше за величину приросту цього показника на 4 і 6 тижнях застосування програми ($p < 0,05$) – $1,21 \pm 1,05$ см і $0,65 \pm 1,01$ см відповідно. Аналогічні зміни спостерігали у II групі спостереження, де після двох тижнів фізичної терапії довжина одного циклу збільшилась на $6,50 \pm 1,10$ см, а впродовж наступних спостережень на 4 і 6 тижнях зафіксована динаміка на рівні $0,56 \pm 0,73$ см та $0,81 \pm 0,83$ см відповідно.

Під впливом розробленої програми фізичної терапії відбулись позитивні зміни швидкості ходьби (табл. 2). Так, за даними 10-метрового тесту ходьби, статистично значущо збільшилась швидкість ходьби у процесі тренувань і в I (з $0,46 \pm 0,17$ м·с⁻¹ до $0,62 \pm 0,18$ м·с⁻¹), і у II (з $0,52 \pm 0,16$ м·с⁻¹ до $0,63 \pm 0,16$ м·с⁻¹) ($p < 0,05$) групах; за абсолютним показником різницю між групами не встановили. Аналізуючи динаміку приросту швидкості ходьби, визначили статистично значуще його збільшення в I групі спостереження наприкінці виконання програми фізичної терапії ($p < 0,05$).

Привертає увагу динаміка приросту показника швидкості у процесі застосування терапевтичної програми. Так, найбільше, статистично значуще збільшення швидкості відбулося у I групі на 5–6 тижні застосування програми ($p < 0,05$). Аналогічну тенденцію спостерігали й у II групі, проте збільшення показника швидкості не досягло статистично вірогідного рівня ($p > 0,05$).

Виявили покращення показників функціонального стану за 6-хвилинним тестом ходьби в обох групах (табл. 3). Показник I групи після завершення програми фізичної терапії збільшився з $234,4 \pm 82,0$ м до $283,5 \pm 92,7$ м, у II групі – з $226,1 \pm 84,4$ м до $262,1 \pm 83,9$ м ($p < 0,05$).

Виявили особливість динаміки показників функціонального стану (табл. 3). Так, найбільший приріст довжини дистанції, яку подолали пацієнти, визначили в останні 2 тижні тренувань і в I, і в II групі спостереження ($p < 0,05$) порівняно з показниками на 2 і 4 тижні – $29,9 \pm 11,7$ м і $19,7 \pm 10,9$ м відповідно. Величина приросту дистанції в I групі більша, ніж у II групі спостереження ($p < 0,05$).

Особливий інтерес викликають результати TUG тесту, за якими встановлено, що у групі II статистично значущо знижувався час виконання стандартизованого навантаження порівняно з вихідними даними. Так, наприкінці терапевтичної програми тривалість виконання цього тесту становила $20,8 \pm 7,2$ с, що в середньому на $6,3 \pm 2,9$ с менше, ніж на початку тренувань ($p < 0,05$). У II групі зниження часу виконання TUG тесту відбулося в серед-

Таблиця 1. Динаміка рівня спастичності м'язів нижніх кінцівок за модифікованою шкалою Ашворта у процесі фізичної терапії, n = 30

М'язи нижньої кінцівки	Рівень спастичності до початку терапії, бали		Рівень спастичності після програми терапії, бали	
	I група	II група	I група	II група
Литковий	1,07 ± 0,92	0,89 ± 0,88	0,64 ± 0,74*	0,50 ± 0,73**
Чотириголовий	1,01 ± 0,90	0,94 ± 0,91	0,50 ± 0,42*	0,47 ± 0,42**
Привідні м'язи стегна	0,99 ± 0,92	0,95 ± 0,96	0,93 ± 0,78	0,91 ± 0,95

*: p < 0,05 за показником до та після застосування програми фізичної терапії в I групі спостереження; **: p < 0,05 за показником до та після застосування програми фізичної терапії у II групі спостереження; дані наведені як M ± SD.

Таблиця 2. Результати дослідження динаміки просторово-часових показників ходьби у процесі фізичної терапії, n = 30

Фаза дослідження		Довжина циклу, см		Швидкість ходьби, м·с ⁻¹	
		I група	II група	I група	II група
Скринінг		64,6 ± 15,1	68,0 ± 16,3	0,46 ± 0,17	0,52 ± 0,16
2 тиждень	Абс.	71,2 ± 15,9	74,5 ± 16,2	0,50 ± 0,18	0,55 ± 0,16
	Δ	6,57 ± 2,38	6,50 ± 1,10	0,04 ± 0,02	0,03 ± 0,02
4 тиждень	Абс.	72,4 ± 15,3	75,1 ± 16,0	0,33 ± 0,18	0,59 ± 0,15
	Δ	1,21 ± 1,05	0,56 ± 0,73	0,03 ± 0,02	0,03 ± 0,03
6 тиждень	Абс.	73,1 ± 15,5	75,9 ± 16,0	0,62 ± 0,18	0,63 ± 0,16
	Δ	0,65 ± 1,01	0,81 ± 0,83	0,10 ± 0,06	0,04 ± 0,02*
	Δ загальна	8,43 ± 2,10	7,88 ± 1,41	0,16 ± 0,05	0,11 ± 0,03*

*: p < 0,05 за показником між I та II групами спостереження; **Абс.**: абсолютне значення показника; **Δ**: різниця між показниками на відповідному тижні та попередньому тижні спостереження; **Δ загальна**: різниця між показниками до та після застосування програми фізичної терапії; дані наведені у форматі M ± SD.

Таблиця 3. Результати дослідження динаміки показників за 6-хвилинним тестом і TUG тестом у процесі фізичної терапії, n = 30

Фаза дослідження		6-хвилинний тест, м		TUG тест, с	
		I група	II група	I група	II група
Скринінг		216,7 ± 87,1	231,1 ± 84,6	27,1 ± 9,8	25,7 ± 13,1
2 тиждень	Абс.	228,1 ± 92,5	238,8 ± 85,4	26,5 ± 9,6	25,5 ± 13,2
	Δ	11,4 ± 12,8	7,6 ± 4,5	0,51 ± 0,42	0,23 ± 0,29
4 тиждень	Абс.	234,1 ± 93,4	248,5 ± 90,9	25,5 ± 8,9	25,1 ± 12,8
	Δ	6,1 ± 4,3	9,8 ± 12,1	1,1 ± 1,0	0,4 ± 0,4
6 тиждень	Абс.	264,0 ± 99,8	268,2 ± 86,0	20,8 ± 7,2	24,5 ± 12,1
	Δ	29,9 ± 11,7	19,7 ± 10,9	4,7 ± 2,0	0,6 ± 1,0*
	Δ загальна	47,3 ± 15,7	37,1 ± 12,3*	6,25 ± 2,9	1,2 ± 1,3*

*: p < 0,05 за показником між I та II групами спостереження; **Абс.**: абсолютне значення показника; **Δ**: різниця між показниками на відповідному тижні та попередньому тижні спостереження; **Δ загальна**: різниця між показниками до та після застосування програми фізичної терапії; дані наведені як M ± SD.

ньому тільки на 1,2 ± 1,3 с, що статистично значущо менше, ніж у I групі та не відрізнялося від початкового рівня. Максимальне зниження показників TUG тесту відбувалось на 5–6 тижні спостереження.

Обговорення

Результати, які отримали протягом дослідження, підтвердили дані O. Verschuren et al. [2] щодо позитивного впливу застосування вправ із ходьбою у програмах фізичної тера-

пії на просторово-часові показники ходьби та показники функціонального стану в дітей із ЦП. Найбільшу динаміку визначили саме під час застосування терапевтичних вправ із використанням мотивованого переміщення без стабільної фіксації.

На відміну від результатів дослідження K. L. Willoughby, K. J. Dodd, N. A. Shields, які показали негативний вплив тренувань із парціальною підтримкою, результати здійсненого дослідження демонструють поліпшення і просторово-часових показників ходьби, і показників

функціонального стану під час таких тренувань. Але саме застосування терапевтичних вправ без підтримки ваги тіла сприяло істотним змінам, що збігається з результатами дослідження N. N. Swe et al. [12].

Статистично значущу різницю, яку виявили в результаті оцінювання динаміки рівня спастичності після застосування розробленої програми фізичної терапії в цьому дослідженні, може пояснити виключення пацієнтів зі значними причинами обмеження рухливості в суглобах, що не виконано в роботі N. Chrysagis et al. [10].

Особливої уваги потребують дані щодо позитивного впливу циклічних терапевтичних тренувань без стабільної парціальної підтримки на показники рівноваги та зниження ризику падіння.

Висновки

1. Застосування розробленої терапевтичної програми з використанням реабілітаційного пристрою позитивно вплинуло на просторово-часові характеристики ходьби, рівновагу та функціональний стан пацієнтів із церебральним паралічем, зменшило рівень спастичності литкових м'язів і чотириголових м'язів стегна.

2. Збільшення довжини одного циклу ходьби відбувається протягом перших 4 тижнів тренувань, показники функціонального стану показали найбільшу динаміку тільки на 6 тижні тренувань. Ці дані можна використовувати для планування реабілітації з відновлення цих якостей.

3. Використання реабілітаційного пристрою з можливістю переміщення та застосування методики виконання вправ із частковою нестабільною підтримкою таза абдуктором-підйомником, що рухається за вертикальною віссю, позитивно вплинуло на показники рівноваги та знизило ризик падіння.

Перспективи подальших досліджень полягають у розробці програми терапевтичних утручань у дітей із геміплегічною формою церебрального паралічу, використовуючи пристрій для реабілітації осіб із порушенням опорно-рухового апарату.

Фінансування

Робота виконана в рамках НДР ДЗ «Дніпропетровська медична академія Міністерства охорони здоров'я України»: «Медико-педагогічне забезпечення фізичної реабілітації, спортивних та оздоровчих тренувань», № державної реєстрації 0116U004468.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflicts of interest: authors have no conflict of interest to declare.

Відомості про авторів:

Юн Бьон-Йоль, аспірант каф. фізичної реабілітації, спортивної медицини та валеології, ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», м. Дніпро.

Неханевич О. Б., д-р мед. наук, професор, зав. каф. фізичної реабілітації, спортивної медицини та валеології, ДЗ «Дніпропетровська медична академія МОЗ України», м. Дніпро.

ORCID ID: [0000-0003-0307-784X](https://orcid.org/0000-0003-0307-784X)

Information about authors:

Yun Byoung Yul, PhD Student of the Department of Physical Rehabilitation, Sports Medicine and Valeology, State Institution "Dnipropetrovsk Medical Academy of the Ministry of Health of Ukraine", Dnipro.

Nekhanevych O. B., MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Physical Rehabilitation, Sports Medicine and Valeology, State Institution "Dnipropetrovsk Medical Academy of the Ministry of Health of Ukraine", Dnipro.

Сведения об авторах:

Юн Бьон-Йоль, аспирант каф. физической реабилитации, спортивной медицины и валеологии, ГУ «Днепропетровская медицинская академия МЗ Украины», г. Днепро.

Неханевич О. Б., д-р мед. наук, профессор, зав. каф. физической реабилитации, спортивной медицины и валеологии, ГУ «Днепропетровская медицинская академия МЗ Украины», г. Днепро.

Список літератури

- Paulson A., Vargus-Adams J. Overview of Four Functional Classification Systems Commonly Used in Cerebral Palsy. *Children*. 2017. Vol. 4, Iss. 4. P. 30-39. <https://doi.org/10.3390/children4040030>
- Exercise and physical activity recommendations for people with cerebral palsy / O. Verschuren, M. D. Peterson, A. C. Balemans, E. A. Hurvitz. *Developmental medicine and child neurology*. 2016. Vol. 58, Iss. 8. P. 798-808. <https://doi.org/10.1111/dmcn.13053>
- Gorter J. W., Timmons B. W. Measurement of habitual physical activity and sedentary behavior of youth with cerebral palsy: work in progress. *Developmental medicine and child neurology*. 2014. Vol. 56, Iss. 9. P. 911. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12503>
- Mitchell L. E., Ziviani J., Boyd R. N. Habitual physical activity of independently ambulant children and adolescents with cerebral palsy: are they doing enough? *Physical therapy*. 2015. Vol. 95, Iss. 2. P. 202-211. <https://doi.org/10.2522/ptj.20140031>
- Клочкова Е. В. Введение в физическую терапию: реабилитация детей с церебральным паралічем и другими двигательными нарушениями неврологической природы. Москва: Теревинф, 2014. С. 98-115.
- The efficacy of functional gait training in children and young adults with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis / A. T. Booth, A. I. Buizer, P. Meyns et al. *Developmental medicine and child neurology*. 2018. Vol. 60, Iss. 9. P. 866-883. <https://doi.org/10.1111/dmcn.13708>
- Gait training facilitates central drive to ankle dorsiflexors in children with cerebral palsy / M. Willerslev-Olsen, T. H. Petersen, S. F. Farmer, J. B. Nielsen. *Brain*. 2015. Vol. 138, Iss. 3. P. 589-603. <https://doi.org/10.1093/brain/awu399>
- Walking and Fitness Improvements in a Child With Diplegic Cerebral Palsy Following Motor-Assisted Elliptical Intervention / J. M. Burnfield, G. M. Cesar, T. W. Buster et al. *Pediatric physical therapy*. 2018. Vol. 30, Iss. 4. P. E1-E7. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000541>
- Spasticity and Its Contribution to Hypertonia in Cerebral Palsy / L. Bar-On, G. Molenaers, E. Aertbeliën et al. *BioMed Research International*. 2015. Vol. 2015. P. 317047. <https://doi.org/10.1155/2015/317047>
- The effect of treadmill training on gross motor function and walking speed in ambulatory adolescents with cerebral palsy: a randomized controlled trial / N. Chrysagis, E. Skordilis, N. Stavrou et al. *American journal of physical medicine & rehabilitation*. 2012. Vol. 91, Iss. 9. P. 747-760. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e3182643eba>
- Mutlu A., Krossschell K., Spira D. G. Treadmill training with partial body-weight support in children with cerebral palsy: a systematic review. *Developmental medicine and child neurology*. 2009. Vol. 51, Iss. 4. P. 268-275. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2008.03221.x>
- Over ground walking and body weight supported walking improve mobility equally in cerebral palsy: a randomised controlled trial / N. N. Swe, S. Sendhilnathan, M. van Den Berg, C. Barr. *Clinical rehabilitation*. 2015. Vol. 29, Iss. 11. P. 1108-1116. <https://doi.org/10.1177/0269215514566249>
- Han Y. G., Yun C. K. Effectiveness of treadmill training on gait function in children with cerebral palsy: meta-analysis. *Journal of exercise rehabilitation*. 2020. Vol. 16, Iss. 1. P. 10-19. <https://doi.org/10.12965/jer.1938748.374>

- [14] Пат. 119502, Україна, МПК (2016), А61Н 3/04 (2006.01) А61G 5/02 (2006.01) А61Н 3/00. Пристрій для реабілітації людей з порушенням функцій опорно-рухового апарата / О. Б. Неханевич, А. І. Лобов, Ю. Бьон-Йоль. № а201710595; заявл. 05.12.2017; опубл. 25.06.2019, бюл. № 12.
- [15] Borg G. A. Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and science in sports and exercise*. 1982. Vol. 14, Iss. 5. P. 377-381.
- [16] Braddom's Physical Medicine and Rehabilitation / eds.: D. X. Cifu, D. L. Kaelin, K. J. Kowalske et al. 5th ed. Philadelphia: Elsevier, 2016. 1232 p.
- [17] Development and validation of item sets to improve efficiency of administration of the 66 item Gross Motor Function Measure in children with cerebral palsy / D. J. Russell, L. M. Avery, S. D. Walter et al. *Developmental medicine and child neurology*. 2010. Vol. 52, Iss. 2. P. e48-e54. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2009.03481.x>
- [18] Balci, B. P. (2018). Spasticity Measurement. *Noro Psikiyatr Ars.*, 55(Suppl 1), S49-S53. <https://doi.org/10.29399/npa.23339>
- [19] Comparison of Reliability between a Ten-metre and a One-minute Walking Test in Children and Adolescents with Cerebral Palsy at Mean Velocity / M. R. Volpini Lana, D. M. da Cruz dos Anjos, A. C. Moura Batista et al. *International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*. 2017. Vol. 4, Iss. 2. P. 1116-1119.
- [20] One Minute Walk and modified Timed Up and Go tests in children with cerebral palsy: performance and minimum clinically important differences / S. Hassani, J. Krzak, B. Johnson et al. *Developmental medicine and child neurology*. 2014. Vol. 56, Iss. 5. P. 482-489. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12325>
- References**
- [1] Paulson, A., & Vargus-Adams, J. (2017). Overview of Four Functional Classification Systems Commonly Used in Cerebral Palsy. *Children*, 4(4), 30. <https://doi.org/10.3390/children4040030>
- [2] Verschuren, O., Peterson, M. D., Balemans, A. C., & Hurvitz, E. A. (2016). Exercise and physical activity recommendations for people with cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology*, 58(8), 798-808. <https://doi.org/10.1111/dmcn.13053>
- [3] Gorter, J. W., & Timmons, B. W. (2014). Measurement of habitual physical activity and sedentary behaviour of youth with cerebral palsy: work in progress. *Developmental medicine and child neurology*, 56(9), 911. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12503>
- [4] Mitchell, L. E., Ziviani, J., & Boyd, R. N. (2015). Habitual physical activity of independently ambulant children and adolescents with cerebral palsy: are they doing enough?. *Physical therapy*, 95(2), 202-211. <https://doi.org/10.2522/ptj.20140031>
- [5] Klochkova, E. V. (2014). Vvedenie v fizicheskuyu terapiyu: reabilitatsiya detei s tserebral'nym paralichem i drugimi dvigatel'nymi narusheniyami nevrologicheskoi prirody [Introduction to physical therapy: rehabilitation of children with cerebral palsy and other motor impairments of neurological nature]. Moscow: Terevinf. [in Russian].
- [6] Booth, A., Buizer, A. I., Meyns, P., Oude Lansink, I., Steenbrink, F., & van der Krogt, M. M. (2018). The efficacy of functional gait training in children and young adults with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Developmental medicine and child neurology*, 60(9), 866-883. <https://doi.org/10.1111/dmcn.13708>
- [7] Willerslev-Olsen, M., Petersen, T. H., Farmer, S. F., & Nielsen, J. B. (2015). Gait training facilitates central drive to ankle dorsiflexors in children with cerebral palsy. *Brain*, 138(Pt 3), 589-603. <https://doi.org/10.1093/brain/awu399>
- [8] Burnfield, J. M., Cesar, G. M., Buster, T. W., Irons, S. L., & Pfeifer, C. M. (2018). Walking and Fitness Improvements in a Child With Diplegic Cerebral Palsy Following Motor-Assisted Elliptical Intervention. *Pediatric physical therapy*, 30(4), E1-E7. <https://doi.org/10.1097/PEP.0000000000000541>
- [9] Bar-On, L., Molenaers, G., Aertbeliën, E., Van Campenhout, A., Feys, H., Nuttin, B., & Desloovere, K. (2015). Spasticity and its contribution to hypertonia in cerebral palsy. *BioMed research international*, 2015, 317047. <https://doi.org/10.1155/2015/317047>
- [10] Chrysagis, N., Skordilis, E. K., Stavrou, N., Grammatopoulou, E., & Koutsouki, D. (2012). The effect of treadmill training on gross motor function and walking speed in ambulatory adolescents with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 91(9), 747-760. <https://doi.org/10.1097/PHM.0b013e3182643eba>
- [11] Mutlu, A., Krosschell, K., & Spira, D. G. (2009). Treadmill training with partial body-weight support in children with cerebral palsy: a systematic review. *Developmental medicine and child neurology*, 51(4), 268-275. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2008.03221.x>
- [12] Swe, N. N., Sendhilnathan, S., van Den Berg, M., & Barr, C. (2015). Over ground walking and body weight supported walking improve mobility equally in cerebral palsy: a randomised controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 29(11), 1108-1116. <https://doi.org/10.1177/0269215514566249>
- [13] Han, Y. G., & Yun, C. K. (2020). Effectiveness of treadmill training on gait function in children with cerebral palsy: meta-analysis. *Journal of exercise rehabilitation*, 16(1), 10-19. <https://doi.org/10.12965/jer.1938748.374>
- [14] Nekhanevych, O. B., Lobov, A. I., & Bon-Yol, Yu. (2019). Prystrii dlia reabilitatsii liudei z porushenniam funktsii oporno-rukhovoho aparata [Device for rehabilitation of people with disabilities of the musculoskeletal system]. Ukraine Patent UA 119502.
- [15] Borg G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and science in sports and exercise*, 14(5), 377-381.
- [16] Cifu, D. X., Kaelin, D. L., Kowalske, K. J., Lew, H. L., Miller, M. A., Ragnarsson, K. T., & Worsowicz, G. (Eds.). (2016). *Braddom's Physical Medicine and Rehabilitation* (5th ed.). Elsevier.
- [17] Russell, D. J., Avery, L. M., Walter, S. D., Hanna, S. E., Bartlett, D. J., Rosenbaum, P. L., Palisano, R. J., & Gorter, J. W. (2010). Development and validation of item sets to improve efficiency of administration of the 66-item Gross Motor Function Measure in children with cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology*, 52(2), e48-e54. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8749.2009.03481.x>
- [18] Balci, B. P. (2018). Spasticity Measurement. *Noro Psikiyatr Ars.*, 55(Suppl 1), S49-S53. <https://doi.org/10.29399/npa.23339>
- [19] Volpini Lana, M. R., da Cruz dos Anjos, D. M., Moura Batista, A. C., Martins, E., Oliveira de Souza, K. C., & Leocadio, R. M. (2017). Comparison of Reliability between a Ten-metre and a One-minute Walking Test in Children and Adolescents with Cerebral Palsy at Mean Velocity. *International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, 4(2), 1116-1119. <https://doi.org/10.26420/PHYSMEDREHABILINT.2017.1116>
- [20] Hassani, S., Krzak, J. J., Johnson, B., Flanagan, A., Gorton, G., 3rd, Bagley, A., Ounpuu, S., Romness, M., Tylkowski, C., & Oeffinger, D. (2014). One-Minute Walk and modified Timed Up and Go tests in children with cerebral palsy: performance and minimum clinically important differences. *Developmental medicine and child neurology*, 56(5), 482-489. <https://doi.org/10.1111/dmcn.12325>