

DOI: 10.26693/jmbs07.01.318

УДК 615.8:616.71.8-053.2

Топалов М. О., Крайник Т. М.

## ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ЗАСТОСУВАННЯ ВИСОКОТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАСОБІВ РЕАБІЛІТАЦІЇ У ДІТЕЙ З ЦЕРЕБРАЛЬНИМ ПАРАЛІЧЕМ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили,  
Миколаїв, Україна

**Мета:** теоретично обґрунтувати необхідність використання високотехнологічних засобів реабілітації у дітей з церебральним паралічем.

**Матеріал і методи:** використовувався методологічний підхід: аналіз літературних джерел та ресурсів мережі Інтернет (зарубіжних та вітчизняних на платформах PubMed та Google Scholar), метод системного аналізу, метод порівняння та зіставлення.

**Результати.** В сучасних умовах актуальним стає застосування для лікування дітей з церебральним паралічем нових методів ЛФК з використанням високотехнологічних роботизованих апаратів (Lokomat, Armeo), а також нових методів фізіотерапії, зокрема, транслінгвальної електричної стимуляції головного мозку (ТЕСГМ) апаратом Brain-port. Визначено особливості використання вищезазначених апаратів та деякі обмеження у їх використанні. Заняття на пристрої «Lokomat» допомагає сформувати руховий «стереотип» фізіологічної ходьби, а також зміцнити м'язи нижніх кінцівок, а з допомогою біологічного зворотнього зв'язку підвищити мотивацію до занять у дитини. Терапевтичні цілі Armeo полягають у поліпшенні або підтримці досяжності, рухів захоплення та передачі, активного діапазону рухів, за допомогою приєднання екзоскелету до руки пацієнта. Транслінгвальна нейростимуляція відіграє важливу роль у модулюванні нейропластичних змін у головному мозку, забезпечує електричну стимуляцію трійчастих та лицьових черепно-мозкових нервів, які модулюють сенсомоторні та вестибулярні функції. Вищезазначені пристрої сприяють покращенню статичної та динамічної функції тіла, зниженню м'язового тону, покращенню рухливості суглобів у дітей з церебральним паралічем. Їх використання в процесі фізичної терапії дозволяє підкреслити необхідність індивідуалізації програм реабілітації.

**Висновки.** Аналіз літературних джерел свідчить про ефективність використання високотехнологічних засобів у процесі реабілітації дітей з церебральним паралічем у комплексі із традиційними методами. Їх використання сприяє покращенню моторної та когнітивної функції у дітей з церебральним паралічем.

**Ключові слова:** дитячий церебральний параліч, високотехнологічна реабілітація, моторна функція.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Робота виконана відповідно плану науково-дослідної роботи Чорноморського національного університету імені Петра Могили «Розробка та реалізація інноваційних технологій та корекція функціонального стану людини при фізичних навантаженнях в спорті та реабілітації», № державної реєстрації 0117U007145.

**Вступ.** Дитячий церебральний параліч (ДЦП) – це узагальнюючий термін для групи хронічних захворювань, викликаних непрогресуючими церебральними аномаліями, що виникають до народження або в ранньому віці і призводять до рухових порушень і, отже, обмежень активності [1, 2]. ДЦП вражає 2-3 дітей із 1000 живонароджених [3]. Крім порушень моторного контролю, у дітей з ДЦП часто спостерігаються супутні захворювання, такі як зниження чутливості, когнітивних функцій, тону та сили. Ці дефіцити можуть призвести до порушень повсякденного життя від ледь помітних до тих, що дуже обмежують [2, 4]. Отже, однією з основних цілей у процесі абілітації дітей, які страждають на ДЦП, є покращення моторного контролю і, таким чином, підвищення незалежності, участі та загальної якості життя [5].

Моторне навчання включає рухову адаптацію, прийняття рішень та набуття навичок [6, 7]. Кракауер [6] характеризує набуття навичок як «залежне від практики зменшення кінематичних (геометрія та швидкість руху) та динамічних (сили, необхідні для створення руху) помилок продуктивності». Це означає, що з часом рух, що відпрацьовується, стане більш плавним, швидким, точним і ефективним. Ці фактори сприяють підвищенню продуктивності і таким чином вказують на успішне набуття навички. Однак моторне навчання також має на увазі збереження та передачу руху, які мають вирішальне значення для процесу (ре)абілітації [6, 8]. Якщо пацієнт намагається потягнутися за чашкою і показує поліпшення під час тренування (придбання), цей прогрес повинен бути певною мірою і в більш пізній момент часу (утримання). Більш того, щоб бути корисним у повсякденному житті, рух має бути переносимим (або узагальнюючим) у різних умовах, таких як інше середовище (наприклад, взяття чашки зі столу або вищої шафи) або захоплення іншої чашки [5, 9, 10].

В даний час поряд з медикаментозною терапією та хірургічним лікуванням використовується реабілітація фізичними методами та засобами: лікувальна фізкультура (ЛФК), фізіотерапія, гідрокінезотерапія, лікувальний масаж. В сучасних умовах актуальним стає застосування для лікування дітей з ДЦП нових методів ЛФК з використанням високотехнологічних роботизованих апаратів (Lokomat, Armeo), а також нових методів фізіотерапії, зокрема транслінгвальної електричної стимуляції головного мозку (ТЕСГМ) апаратом Brain-port [11].

**Мета роботи** – теоретично обґрунтувати необхідність використання високотехнологічних засобів реабілітації у дітей з церебральним паралічем.

**Матеріали і методи дослідження.** Аналіз літератури проводився на основі наукових публікацій, розміщених на PubMed та Google Scholar. Використовувався методологічний підхід: аналіз літературних джерел (зарубіжних та вітчизняних) та ресурсів мережі Інтернет, метод системного аналізу, метод порівняння та зіставлення.

**Результати дослідження.** Високотехнологічна програма реабілітації відрізняється від традиційної включенням до лікувального процесу високотехнологічних пристроїв, таких як «Lokomat», «Armeo» та «Brain-port» (транслінгвальна електростимуляція головного мозку – ТЕСГМ). Особливості та обмеження пристроїв зведені в **таблицю**.

Lokomat – це комерційно доступний роботизований екзоскелет, який використовується у неврологічних пацієнтів [8, 12]. Наявність педіатричної моделі дозволяє навчати дітей [13]. Приведений в дію екзоскелет Lokomat переміщає ноги за заданим шаблоном і поєднується з біговою доріжкою та системою підтримки ваги тіла (СПВТ) [12]. Тренувальні можливості Lokomat визначаються трьома параметрами: швидкістю бігової доріжки, СПВТ та підтримкою руху. Хоча задля забезпечення роботизованої підтримки можуть використовуватися різні алгоритми, найпоширенішим підходом є контроль імпульсу регулювання направляючої сили. Терапевт може

встановити керівництво, яке визначає, з якою силою руху навколо коліна та стегна повертаються до вихідної траєкторії. Показник може бути змінений від 0 до 100%, і в останньому випадку екзоскелет працює в режимі керування положенням. Цей режим не допускає відхилень від еталонного шаблону, а також не вимагає активної участі пацієнта [12].

Два аспекти (локомоторного) тренування відіграють ключову роль у її ефективності. По-перше, пацієнти повинні активно сприяти зробленому руху. Було показано, що добровільне зусилля призводить до кращої продуктивності та більших кортикальних реорганізацій, ніж пасивні рухи, у яких відсутній цей добровільний та автономний рух [14]. По-друге, тренувальне середовище має дозволяти виконувати різноманітні рухи. Нещодавні дослідження показали, що наявність мінливості від руху до руху важлива для моторного навчання, оскільки вона дає можливість досліджувати рішення з управління та виявляють помилки руху, що стимулюють підвищення продуктивності. Тому для ефективного застосування тренування Lokomat у дітей з ДЦП важливо розуміти, як ходьба в екзоскелеті та варіації параметрів тренування впливають на активний внесок пацієнтів та рівень варіабельності рухів, що відображаються [15].

Один із підходів до вивчення активного внеску та варіативності – подивитися на м'язову активність, яка лежить в основі вироблених рухів. Попередні дослідження показали, що нервово-м'язовий контроль у Lokomat відрізняється від ходьби по біговій доріжці без опори. Амплітуда активності зазвичай нижче під час ходьби під керівництвом Lokomat [16], збільшення кількості вказівок зазвичай знижує активність та змінює ефекти швидкості та СПВТ. Це вказує на те, що активний внесок зазвичай є нижчим під час ходьби під керівництвом Lokomat, і що його можна налаштувати шляхом коригування доступних параметрів тренування [15].

Заняття на пристрої «Lokomat» допомагає сформувати руховий «стереотип» фізіологічної ходьби, а також зміцнити м'язи нижніх кінцівок, а з допомогою

**Таблиця – Результати огляду досліджень**

Пристрій	Мета використання	Обмеження
Lokomat	Вироблення правильного патерну ходьби	Максимальна швидкість доріжки показана більше для осіб з серйозними порушеннями рівноваги та / або ходьби
Armeo	Покращення або підтримка захвату і передачі, активного діапазону рухів, регулювання сили і часу початку руху	Складно кількісно визначити точну величину опору ваги для кожного положення руки в трьохмірному просторі, тож величина опору ваги пронумерована для плеча от А (майже без напруження, тобто мінімальний опір ваги) до І (максимальне напруження, тобто максимальна підтримка ваги) і для передпліччя від А до Е
Brain-port	Відновлення моторної функції або навчання новим моторним навичкам	Язик технічно кращий для електричної стимуляції, оскільки порожнина рота дає більш сприятливі умови, такі як постійний рівень кислотності, постійна температура, електропровідність і вологість, а також низькі пороги збудливості в порівнянні з іншими ділянками шкіри

біологічного зворотнього зв'язку підвищити мотивацію до занять у дитини. Необхідними етапами для проведення даної процедури є:

- підготувати фіксуючі елементи пристрою;
- увімкнути пристрій;
- задати антропометричні дані пацієнта;
- налаштувати довжину, ширину гомілки та стегна;
- вибрати потрібну глибину сідалища, налаштувати висоту та глибину опори для спини;
- зафіксувати пацієнта у пристрої та здійснити розвантаження з допомогою піднесення дитини над доріжкою;
- закріпити таз пацієнта ременем;
- зафіксувати грудну клітину пацієнта ременем [11].

Аналіз даних дозволяє зробити висновок, що Lokomat є ефективним, однак у Lokomat є обмеження максимальної швидкості стрічки (рівне 3,2 км/год), на відміну від звичайної бігової доріжки. Можна стверджувати, що аеробні, моторно-когнітивні та цілеспрямовані реабілітаційні процедури, що базуються на мультидисциплінарному та інтенсивному підході, корисні для пацієнтів з ДЦП. Тренування з використанням Lokomat може бути показане пацієнтам із серйозними порушеннями рівноваги та/або ходьбою, які обмежують використання бігової доріжки [17, 18].

Армео – це пасивна система, що забезпечує підтримку ваги за допомогою регульованого пружинного механізму. Армео дозволяє пацієнту виконувати самостійні рухи у тривимірному робочому просторі, посилюючи будь-яку залишкову функцію. Терапевтичні цілі полягають у поліпшенні або підтримці досяжності, рухів захоплення та передачі, активного діапазону рухів, регулювання сили та початку руху [19]. Адаптований екзоскелет прикріплюється до руки пацієнта у верхній та нижній частині руки та поруч із зап'ястям. Датчики положення та програмне забезпечення дозволяють тренуватися у віртуальному середовищі з розширеним зворотним зв'язком. За допомогою гвинта можна відрегулювати натяг двох пружин, однієї для верхнього плеча та однієї для нижнього, для збільшення опори ваги [5, 20, 21].

Все більше даних свідчить про те, що транслінгвальна нейростимуляція (ТЛНС) відіграє роль у модулюванні нейропластичних змін у головному мозку. Забезпечує електричну стимуляцію трійчастих та лицевих черепно-мозкових нервів, які модулюють сенсомоторні та вестибулярні функції. Передбачається, що стимуляція сходиться і модулює зорові, вестибулярні, ноцицептивні та вісцеральні сенсорні сигнали через висхідні шляхи мозочка і стовбура мозку для створення ефектів нейромодуляції, що впливають на глобальну функцію мозку та збільшення нейропластичності [19, 22]. Тривала стимуляція дає безліч позитивних результатів, включаючи корекцію порушень ходи та рівноваги у поєднанні з фізіотерапією.

Передбачається, що стимуляція трійчастого та лицевого черепних нервів індукує нейромодуляторний ефект у кількох мережах через стовбур мозку та мозочок [23]. У свою чергу, ця стимуляція може сприяти активації нейронів безлічі систем, що беруть участь у когнітивній обробці [24].

Принцип дії пристрою ґрунтується на нейропластичності мозку. Передня поверхня язика є унікальною. Вона містить епітелій, відносно тонкий у порівнянні зі шкірою, товщиною 300–400 мкм, насичений різними видами рецепторів, а також зону з вільними нервовими закінченнями, що знаходяться у глибині. Ця зона з максимальною щільністю механорецепторів має мінімальний двоточковий поріг дискримінації: 0,5–1 мм для механічної стимуляції та 0,25–0,5 мм для електричної стимуляції. Два основних нерви від кінчика язика забезпечують інформаційні потоки безпосередньо в стовбур мозку, активуючи комплекс ядер трійчастого нерва, що йдуть від спинного мозку до середнього. Поруч знаходиться солітарне ядро, тут же ретикулярна формація стовбура мозку і 3 пари ніжок мозочка. Як відомо, ця зона стовбура мозку має велике скупчення ядер (86), половина з яких відповідає за автономне регулювання кровообігу та дихання, а друга половина – за сенсомоторну регуляцію. Інтенсивна ритмічна стимуляція нейронів призводить до відповідної активації синаптичних контактів та аксонів, у тому числі весь комплекс перед- та постсинаптичних нейрохімічних механізмів. Стимуляція з устрою підвищує вроджену здатність мозку до підвищення його функції. Ціль стимуляції: відновити моторну функцію або навчити новим моторним навичкам. Об'єднання активації мозку з цільовим фізичним тренуванням, спрямованим на відновлення втраченої функції або навчання нових навичок, як при церебральному паралічі у дітей, які не вміють сидіти, стояти, ходити, – можливо, дозволить активувати нервові шляхи, безпосередньо пов'язані з локомоторною функцією [11, 25].

Відмінною особливістю реабілітації за допомогою ТЕСГМ є індивідуальний підхід інструктора до кожного хворого: залежно від особливостей захворювання інструктор варіює як вихідним станом, так і ступенем складності вправ. При цьому тренування з використанням пристрою «Brain-port» направлені на:

- покращення статичної функції тіла;
- покращення динамічної функції тіла;
- поліпшення вирівнювання положення тіла у просторі;
- зниження м'язового тону;
- покращення рухливості суглобів;
- поліпшення самообслуговування та самоконтролю над рухами.

Під час тренування інструктор ЛФК використовує складний комплекс вправ у вихідних положеннях

стоячи або сидячи, спрямований на покращення певної функції. Наприклад:

- сидіння на стільці із зміною положення центру ваги тіла;
- стояння у опори;
- стояння біля опори із зміною положення центру тяжкості тіла;
- стояння без опори;
- стояння без опори із зміною становища центру тяжкості;
- навчання самостійного вертикального пересування за допомогою засобів опори;
- навчання самостійного пересування без засобів опори;
- навчання поворотів, розворотів, перемикачів у ваги [11].

**Висновки.** Використання високотехнологічних засобів реабілітації сприяє покращенню моторної та когнітивної функції у дітей з ДЦП. В порівнянні із традиційною програмою реабілітації, сучасні високотехнологічні засоби дозволяють урізноманітнити процес відновлення та пришвидшити його. Слід підкреслити роль таких приладів, як «Locomat», «Armeo» та «Brain-port». Аналіз літературних джерел свідчить про ефективність їх використання у процесі реабілітації дітей з ДЦП у комплексі із традиційними методами (ЛФК, масаж).

**Перспективою подальших досліджень** є визначення впливу високотехнологічних засобів реабілітації як на моторні та когнітивні функції, так і на психофізіологічні показники дітей з ДЦП.

## References

1. Blair E, Watson L. Epidemiology of cerebral palsy. *Semin Fetal Neonatal Med.* 2006;11(2):117–25. PMID: 16338186. doi: 10.1016/j.siny.2005.10.010
2. O'Shea M. Cerebral palsy. *Semin Perinatol.* 2008 Feb;32(1):35-41. PMID: 18249238. doi: 10.1053/j.semperi.2007.12.008
3. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe. Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE). *Dev Med Child Neurol.* 2000;42(12):816-24. PMID: 11132255. doi: 10.1017/S0012162200001511
4. Cans C, de-la-Cruz J, Mermat MA. Epidemiology of cerebral palsy. Symposium: Special needs. *Pediatr Child Health.* 2008;18:393–8. doi: 10.1016/j.paed.2008.05.015
5. Keller JW, van Hedel HJA. Weight-supported training of the upper extremity in children with cerebral palsy: a motor learning study. *J Neuroeng Rehabil.* 2017 Aug 30;14(1):87. PMID: 28854939. PMCID: PMC5577664. doi: 10.1186/s12984-017-0293-3
6. Krakauer JW. Motor learning: its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation. *Curr Opin Neurol.* 2006;19(1):84–90. PMID: 16415682/ doi: 10.1097/01.wco.0000200544.29915.cc
7. Kitago T, Krakauer JW. Motor learning principles for neurorehabilitation. *Handb Clin Neurol.* 2013;110:93-103. PMID: 23312633. doi: 10.1016/B978-0-444-52901-5.00008-3
8. Colombo G, Joerg M, Schreier R, Dietz V. Treadmill training of paraplegic patients using a robotic orthosis. *J Rehabil Res Dev.* 2000 Nov-Dec;37(6):693-700. PMID: 11321005
9. Ryan JL, Wright FV, Levac DE. Exploring Physiotherapists' Use of Motor Learning Strategies in Gait-Based Interventions for Children with Cerebral Palsy. *Phys Occup Ther Pediatr.* 2020;40(1):79-92. PMID: 31154883. PMCID: PMC6864228. doi: 10.1080/01942638.2019.1622623
10. Ryan JL, Levac DE, Wright FV. Reliability of the Motor Learning Strategies Rating Instrument in physiotherapy intervention for children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2019 Sep;61(9):1061-1066. PMID: 30740648. PMCID: PMC6753581. doi: 10.1111/dmcn.14177
11. Deineko VV, Krysyuk OB, Safonov LV, Shurygin SN. Sovremennye vozmozhnosti i prognoz fizicheskoi reabilitatsii detei s tserebral'nym paralichom [Modern opportunities and prognosis of physical rehabilitation of children with cerebral palsy]. *Zh Nevrol Psikhiatr im SS Korsakova.* 2020;120(6):88-91. [Russian]. PMID: 32678553. doi: 10.17116/jnevro202012006188
12. Riener R, Lünenburger L, Maier IC, Colombo G, Dietz V. Locomotor training in subjects with sensori-motor deficits: an overview of the robotic gait orthosis lokomat. *J Healthc Eng.* 2010;1:197-216 doi: 10.1260/2040-2295.1.2.197
13. Meyer-Heim A, Borggraefe I, Ammann-Reiffer C, Berweck S, Sennhauser FH, Colombo G, Knecht B, Heinen F. Feasibility of robotic-assisted locomotor training in children with central gait impairment. *Dev Med Child Neurol.* 2007 Dec;49(12):900-6. PMID: 18039236. doi: 10.1111/j.1469-8749.2007.00900.x
14. Kaelin-Lang A, Sawaki L, Cohen LG. Role of voluntary drive in encoding an elementary motor memory. *J Neurophysiol.* 2005 Feb;93(2):1099-103. PMID: 15456807. doi: 10.1152/jn.00143.2004
15. Van Kammen K, Reinders-Messelink HA, Elsingerhorst AL, Wesselink CF, Meeuwisse-de Vries B, van der Woude LHV, Boonstra AM, den Otter R. Amplitude and stride-to-stride variability of muscle activity during Lokomat guid-

- ed walking and treadmill walking in children with cerebral palsy. *Eur J Paediatr Neurol*. 2020 Nov;29:108-117. PMID: 32900595. doi: 10.1016/j.ejpn.2020.08.003
16. Van Kammen K, Boonstra A, Reinders-Messelink H, den Otter R. The combined effects of body weight support and gait speed on gait related muscle activity: a comparison between walking in the Lokomat exoskeleton and regular treadmill walking. *PLoS One*. 2014 Sep 16;9(9):e107323. PMID: 25226302. PMCID: PMC4167325. doi: 10.1371/journal.pone.0107323
  17. Clerici I, Ferrazzoli D, Maestri R, Bossio F, Zivi I, Canesi M, et al. Rehabilitation in progressive supranuclear palsy: Effectiveness of two multidisciplinary treatments. *PLoS One*. 2017 Feb 3;12(2):e0170927. PMID: 28158197. PMCID: PMC5291505. doi: 10.1371/journal.pone.0170927
  18. Wallard L, Dietrich G, Kerlirzin Y, Bredin J. Robotic-assisted gait training improves walking abilities in diplegic children with cerebral palsy. *Eur J Paediatr Neurol*. 2017 May;21(3):557-564. PMID: 28188024. doi: 10.1016/j.ejpn.2017.01.012
  19. Diep D, Lam ACL, Ko G. A Review of the Evidence and Current Applications of Portable Translingual Neurostimulation Technology. *Neuromodulation*. 2021 Dec;24(8):1377-1387. PMID: 32881193. doi: 10.1111/ner.13260.
  20. Cherni Y, Ballaz L, Lemaire J, Dal Maso F, Begon M. Effect of low dose robotic-gait training on walking capacity in children and adolescents with cerebral palsy. *Neurophysiol Clin*. 2020 Nov;50(6):507-519. PMID: 33011059. doi: 10.1016/j.neucli.2020.09.005
  21. El-Shamy SM. Efficacy of Armeo® Robotic Therapy Versus Conventional Therapy on Upper Limb Function in Children With Hemiplegic Cerebral Palsy. *Am J Phys Med Rehabil*. 2018 Mar;97(3):164-169. PMID: 29059068. doi: 10.1097/PHM.0000000000000852
  22. Wildenberg JC, Tyler ME, Danilov YP, Kaczmarek KA, Meyerand ME. Altered connectivity of the balance processing network after tongue stimulation in balance-impaired individuals. *Brain Connect*. 2013;3:87-97. doi: 10.1089/brain.2012.0123
  23. Danilov Y, Paltin D. Translingual neurostimulation (TLNS): perspective on a novel approach to neurorehabilitation after brain injury. In: *Pre-Clinical and Clinical Methods in Brain Trauma Research*. Eds by AK Srivastava, CS. Cox. NY: Springer; 2018 p. 307-327. doi: 10.1007/978-1-4939-8564-7\_19
  24. Smith CJ, Livingstone A, Fickling SD, Tannouri P, Campbell NKJ, Lakhani B, et al. Brain Vital Signs Detect Information Processing Differences When Neuromodulation Is Used During Cognitive Skills Training. *Front Hum Neurosci*. 2020 Sep 14;14:358. PMID: 33117138. PMCID: PMC7521129. doi: 10.3389/fnhum.2020.00358
  25. Kaczmarek KA. The tongue display unit (TDU) for electrotactile spatiotemporal pattern presentation. *Sci Iran D Comput Sci Eng Electr Eng*. 2011 Dec;18(6):1476-1485. PMID: 28748231. PMCID: PMC5523951. doi: 10.1016/j.scient.2011.08.020

UDC 615.8:616.7/.8-053.2

### Theoretical Basis of the Use of High-Tech Rehabilitation Means in Children with Cerebral Palsy

*Topalov M. O., Krainyk T. M.*

**Abstract.** *The purpose of the study* was to substantiate theoretically the need in high-tech rehabilitation tools for children with cerebral palsy, to identify the shortcomings of their use and to determine the role of the equipment in correcting the pathological stereotype of movement.

**Materials and methods.** Methodological approach was used: analysis of literature sources and resources of the Internet (foreign and domestic on the PubMed and Google Scholar platforms), method of system analysis, method of comparison.

**Results and discussion.** One of the main goals in the process of rehabilitation of children with cerebral palsy is to improve motor control and, thus, increase independence, participation and overall quality of life. In the modern world, the use of new methods of exercise therapy using high-tech robotic devices («Lokomat», «Armeo»), as well as new methods of physiotherapy, in particular, translingual electrical stimulation of the brain (TESB) «Brain-port» is becoming relevant for the treatment of children with cerebral palsy. Features and some restrictions of use of the above-stated devices were defined. Exercises on the Lokomat device help to form a motor «stereotype» of physiological walking, as well as strengthen the muscles of the lower extremities, and with the help of biological feedback to increase the motivation to exercise in children. The therapeutic goals of Armeo are to improve or maintain reach, capture and transmission movements, active range of motion by attaching an exoskeleton to the patient's arm. Translingual neurostimulation plays an important role in modulating neuroplastic changes in the brain, provides electrical stimulation of trigeminal and facial cranial nerves that modulate sensorimotor and vestibular functions. The devices help to improve the static and dynamic function of the body, reduce muscle tone, improve joint mobility in children with cerebral palsy. Their use in the process of physical therapy emphasizes the need for individualization of rehabilitation programs.

*Conclusion.* The analysis of literature sources testifies to the effectiveness of the use of high-tech tools in the process of rehabilitation of children with cerebral palsy in combination with traditional methods. It helps to improve motor and cognitive function in children with cerebral palsy by correcting the mechanism of musculoskeletal control. Robotic techniques allow to change the pathological stereotype of movement. The prospect is to study the psychophysiological parameters of children with cerebral palsy during rehabilitation using modern technologies.

**Keywords:** cerebral palsy, high-tech rehabilitation, motor function.

**ORCID and contributionship:**

Mykhailo O. Topalov : 0000-0002-1207-6673 <sup>A,B,D</sup>

Tetiana M. Krainyk : 0000-0001-6643-6745 <sup>B,E,F</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR**

**Mykhailo O. Topalov**

Petro Mohyla Black Sea National University

Biomedical Bases of Sport and Physical Rehabilitation Department

10, 68 Desantnykiv Str., Mykolaiv 54003, Ukraine

tel: +380989137916, e-mail: tmo19993@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Стаття надійшла 15.12.2021 р.

*Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування*