

КОРЕКЦІЙНО-ПРОФІЛАКТИЧНІ ЗАХОДИ ДЛЯ ДІТЕЙ ІЗ СПАСТИЧНИМ ГЕМІПАРЕЗОМ: АНАЛІЗ ДИНАМІКИ М'ЯЗОВОЇ ВИТРИВАЛОСТІ

¹Холодов Сергій, ²Кашиба Віталій, ³Гребеніна Анастасія,
³Прудивус Наталія

¹ДЗ Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Ушинського

²Національний університет фізичного виховання і спорту України

³Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Анотація. Актуальність теми дослідження. Спастичний геміпарез детермінує стійкий дефіцит моторної сфери через ураження верхнього мотонейрона. Патологія проявляється симптомокомплексом пірамідного гіпертонусу, порушенням координації, дефіцитом пропріоцепції та вираженою руховою асиметрією. **Матеріал і методи.** У дослідженні брали участь діти 7–8 років діти із спастичним геміпарезом (n=11). Для виконання поставлених завдань використано такі методи дослідження: аналіз спеціальної науково-методичної літератури, педагогічний експеримент, методи математичної статистики. **Результати роботи.** Узагальнення результатів дослідження показників силової витривалості дітей експериментальної групи із спастичним геміпарезом дозволяє констатувати позитивну трансформацію їхнього функціонального стану. Після завершення експериментального впливу зафіксовано статистично значуще зростання середніх та медіанних значень ($p < 0,05$) за ключовими параметрами аксіальної мускулатури. Доведено, що розвиток проксимальної стабільності через зміцнення м'язів тулуба є детермінантою покращення моторного статусу дітей. Встановлено, що сформований м'язовий корсет мінімізує рухову асиметрію та створює біомеханічне підґрунтя для відновлення координаційних механізмів при спастичному геміпарезі. **Висновки.** Впроваджена авторська технологія забезпечила достовірне покращення силової витривалості аксіальної мускулатури (тулуба та спини) у дітей експериментальної групи ($p < 0,05$). Даний результат розглядається як патогенетичне підґрунтя для вдосконалення постурального контролю, оскільки

CORRECTIVE AND PREVENTIVE MEASURES FOR CHILDREN WITH SPASTIC HEMIPARESIS: ANALYSIS OF MUSCLE ENDURANCE DYNAMICS

Kholodov Serhii, Kashuba Vitalii,

Hrebenina Anastasiia, Prudyvus Nataliia

Abstract. Research Background. Spastic hemiparesis determines a persistent deficit in the motor sphere due to upper motor neuron lesions. This pathology manifests through a specific symptom complex: pyramidal hypertonicity (spasticity), coordination impairment, proprioceptive deficiency, and pronounced motor asymmetry. **Material and Methods.** The study involved children aged 7–8 years diagnosed with spastic hemiparesis (n=11). To achieve the research objectives, the following methods were employed: analysis of specialized scientific and methodological literature, pedagogical experimentation, and methods of mathematical statistics. **Results.** The synthesis of research findings regarding the muscular endurance indicators of children in the experimental group allows for the conclusion of a positive transformation in their functional state. Following the experimental intervention, a statistically significant increase in mean and median values ($p < 0.05$) was recorded for key parameters of the axial musculature. It was demonstrated that the development of proximal stability through the strengthening of trunk muscles is a determinant of improvement in children's motor status. It was established that the developed muscular corset minimizes motor asymmetry and creates a biomechanical foundation for the restoration of coordination mechanisms in spastic hemiparesis. **Conclusions.** The implemented author's technology ensured a reliable improvement in the muscular endurance of the axial musculature (trunk and back) among children in the experimental group ($p < 0.05$).

стабілізація хребта є первинною ланкою відновлення моторної функції при ДЦП. Встановлено, що традиційна система фізичного виховання не справляє статистично значущого впливу на силову витривалість дітей із спастичним геміпарезом. Це верифікує наукову гіпотезу про необхідність інтенсифікації та спеціалізації реабілітаційних протоколів для даної нозології. Відсутність статистично значущих міжгрупових відмінностей на підсумковому етапі, попри виражений внутрішньогруповий прогрес в експериментальній групі, вказує на два стратегічні вектори для подальших досліджень: збільшення експозиції – необхідність подовження терміну реабілітаційного впливу для закріплення кумулятивного ефекту; масштабування вибірки – розширення кола респондентів для підвищення статистичної потужності та більш чіткої диференціації ефектів між групами.

Ключові слова: дитячий церебральний параліч, спастичний геміпарез, силова витривалість, аксіальна мускулатура, проксимальна стабільність, постуральний контроль, авторська технологія, нейромоторна корекція.

This result is considered a pathogenetic basis for the enhancement of postural control, as spinal stabilization is a primary link in the restoration of motor function in cerebral palsy. It was found that the traditional physical education system does not exert a statistically significant influence on the muscular endurance of children with spastic hemiparesis. This verifies the scientific hypothesis regarding the necessity for the intensification and specialization of rehabilitation protocols for this specific nosology. The absence of statistically significant intergroup differences at the final stage—despite pronounced intragroup progress within the experimental group—indicates two strategic vectors for further research: 1) increasing exposure (the necessity of extending the duration of the rehabilitation impact to consolidate the cumulative effect); 2) scaling the sample (expanding the number of respondents to increase statistical power and achieve a clearer differentiation of effects between groups).

Keywords: cerebral palsy, spastic hemiparesis, muscle endurance, axial musculature, proximal stability, postural control, author's technology, neuromotor correction..

Постановка наукової проблеми. Спастичний геміпарез як одна з найбільш поширених нозологічних форм дитячого церебрального паралічу (ДЦП) детермінує стійкий дефіцит моторної сфери внаслідок однобічного ураження верхнього мотонейрона. Патологічний стан маніфестує через специфічний симптомокомплекс: спастичність (пірамідний гіпертонус), порушення координаційних механізмів, дефіцит пропріоцепції та виражену рухову асиметрію. Сучасна наукова література [4, 5, 13, 14] акцентує увагу на прогресуючому характері вторинних морфофункціональних змін. За відсутності систематичного корекційно-превентивного впливу спостерігається трансформація функціональних порушень у незворотні структурні деформації – міогенні та артрогенні контрактури, м'язову атрофію «від невикористання», що суттєво обмежує соціальну адаптацію та рівень функціональної незалежності пацієнта [15].

Аналіз останніх публікацій. У дослідницькому просторі 2022–2025 років провідне місце посідає концепція терапії рухом, індукованим обмеженням [10]. Рандомізовані контрольовані дослідження верифікують високу ефективність модифікованих протоколів (mCIMT), які за рахунок примусового використання паретичної кінцівки стимулюють нейропластичні процеси та забезпечують

достовірне зростання маніпулятивної здатності [10]. Порівняльний аналіз mCIMT та бімануальної інтенсивної терапії [10] демонструє їхню еквівалентну ефективність щодо покращення моторного виходу. Це обґрунтовує доцільність персоналізації реабілітаційного маршруту залежно від індивідуального рухового профілю дитини. Водночас інтеграція елементів CIMT та НАВІТ у межах комбінованих інтенсивних протоколів забезпечує синергетичний ефект, сприяючи вищій стійкості терапевтичного результату та покращенню показників якості життя [7].

Новітнім вектором досліджень є вивчення впливу стабілізації аксіального скелета на дистальну мобільність. Доведено, що цілеспрямоване зміцнення м'язів тулуба є біомеханічним фундаментом для покращення точності та амплітуди маніпуляцій верхньою кінцівкою [8].

Важливим компонентом комплексного відновлення виступають сенсорно-орієнтовані методи. Результати метааналізів підтверджують, що корекція сенсорного дефіциту позитивно корелює з покращенням постурального контролю та динамічного балансу [12]. У цьому контексті перспективною є вестибулярна реабілітація, яка сприяє модуляції м'язового тону та вдосконаленню локомоторних навичок [8].

Сучасна реабілітаційна практика доповнюється методами вібраційної терапії, яка в поєднанні з кінезотерапією демонструє позитивний вплив на амплітуду рухів та силові характеристики м'язів [11, 18]. Систематизовані дані свідчать про те, що мультимодальні фізичні вправи (силові, аеробні та координаційні) мають суттєву перевагу над монотерапією у контексті розвитку грубої моторики [16, 17].

Окрему увагу приділено гідрокінезотерапії (акватерапії). Специфічні фізичні властивості водного середовища (плавучість, гідростатичний тиск) дозволяють ефективно знижувати спастичність та створюють умови для виконання рухів, недоступних у гравітаційному полі, що підвищує мотиваційний компонент реабілітації [6].

Зв'язок із науковими планами, темами. Робота відповідає Плану НДР ДЗ «Південноукраїнського національного педагогічного університету імені К. Д. Ушинського» за темою «Оцінка індивідуального здоров'я та підвищення адаптаційних можливостей дітей і молоді засобами здоров'язбережувальних освітніх технологій», плану НДР кафедри теорії і методики фізичного виховання Вінницького державного педагогічного університету імені М. Коцюбинського за темою «Теоретико-методичні засади застосування інноваційних технологій у фізичному вихованні та спорті» на 2018–2022 рр.; «Організаційно-методичні основи застосування сучасних педагогічних технологій у фізичному вихованні та спорті» на 2023-2027 рр.

Мета дослідження – визначення особливостей вертикальної стійкості тіла дітей із спастичною диплегією та дітей із спастичним геміпарезом.

Матеріал і методи дослідження. Учасники дослідження. У дослідженні брали участь діти 7–8 років із спастичним геміпарезом (n=11). Дослідження

проведені з дотриманням вимог Гельсінської декларації Всесвітньої медичної асоціації «Етичні принципи медичних досліджень за участю людини як об'єкта дослідження».

Статистичний аналіз. Для коректної обробки числових значень, отриманих у процесі дослідження, використано статистичний пакет IBM SPSS Statistics 21 та додаткові комп'ютерні інструменти для обробки даних, що дозволило реалізувати комплексний підхід, забезпечило точність обчислень [3] та обґрунтованість висновків.

Результати дослідження. Аналіз вихідних показників фізичної підготовленості дітей із спастичним геміпарезом дозволив констатувати відсутність статистично значущої асиметрії між досліджуваними групами. Візуалізація розподілу результатів силової витривалості (рис. 1) продемонструвала подібність вихідних параметрів в експериментальній (ЕГ, $n=5$) та контрольній (КГ, $n=6$) групах, що свідчило про їхню ідентичність за рівнем рухової підготовленості (рис. 1).

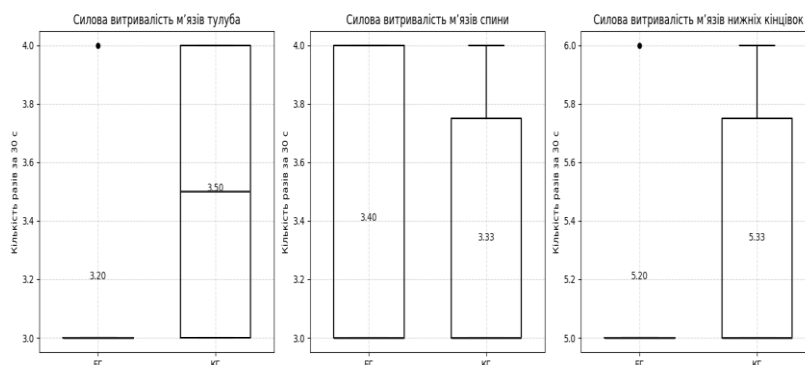


Рис. 1. Порівняння показників силової витривалості в експериментальній (ЕГ: $n=5$) та контрольній (КГ: $n=6$) групах дітей із спастичним геміпарезом до початку експерименту, де - медіана та квартилі розподілу, число – середнє значення, - максимальне значення, - викиди

Для забезпечення методологічної коректності подальшого порівняльного аналізу та обґрунтування вибору статистичного інструментарію було проведено перевірку емпіричних даних на відповідність закону нормального розподілу. Згідно з результатами застосування критерію Шапіро-Вілکا (табл. 1), встановлено, що розподіл показників силової витривалості м'язів тулуба, спини та нижніх кінцівок в обох групах достовірно відрізняється від нормального ($p < 0,05$). Даний факт детермінував необхідність застосування непараметричних методів математичної статистики. Для оцінки міжгрупових відмінностей було обрано U-критерій Манна-Вітні, а для аналізу внутрішньогрупової динаміки протягом експерименту – T-критерій Вілкоксона.

Результати порівняльного аналізу вихідних показників силової витривалості дітей із спастичним геміпарезом в експериментальній (ЕГ) та контрольній (КГ) групах представлено в табл. 2.

Таблиця 1

Результати перевірки на нормальність розподілів показників силової витривалості у експериментальній та контрольній групах дітей із спастичним геміпарезом до початку експерименту

Показники	Експериментальна група (n=5)		Контрольна група (n=6)	
	W	p	W	p
Силова витривалість м'язів тулуба (кількість разів за 30 с)	0,552	p<0,05	0,683	p<0,05
Силова витривалість м'язів спини (кількість разів за 30с)	0,684	p<0,05	0,64	p<0,05
Силова витривалість м'язів нижніх кінцівок (кількість разів)	0,552	p<0,05	0,64	p<0,05

Таблиця 2

Відмінності у вираженості показників силової витривалості між дітьми із спастичним геміпарезом з експериментальної та контрольної груп до початку експерименту

Порівнювані групи	Статистичні показники	Силова витривалість м'язів тулуба (кількість разів за 30 с)	Силова витривалість м'язів спини (кількість разів за 30с)	Силова витривалість м'язів нижніх кінцівок (кількість разів)
Експериментальна група (n=5)	$\bar{x}$	3,2	3,4	5,2
	s	0,45	0,55	0,45
	25%	3	3	5
	Me	3	3	5
	75%	3,5	4	5,5
Контрольна група (n=6)	$\bar{x}$	3,5	3,33	5,33
	s	0,55	0,52	0,52
	25%	3	3	5
	Me	3,5	3	5
	75%	4	4	6
Достовірність відмінностей	U	10,5	14	13
	p	p>0,05	p>0,05	p>0,05

Примітки: $\bar{x}$ – середнє арифметичне значення; s – стандартне відхилення; Me, 25%, 75% – медіана та квартилі розподілу; U – значення критерія Манна-Уїтні; p – рівень достовірності відмінностей; $U_{кр}(5; 6; 0,05)=3$.

Отримані дані свідчать про відсутність статистично значущих відмінностей між групами. Зокрема, середні значення силової витривалості м'язів тулуба в ЕГ та КГ становили $3,2 \pm 0,45$ та $3,5 \pm 0,55$ відповідно, при цьому медіанні значення (Me) зафіксовані на рівні 3 та 3,5 рази. Аналогічна тенденція спостерігалася при оцінці витривалості м'язів спини: середні показники в ЕГ склали $3,4 \pm 0,55$ разів, а в КГ – $3,33 \pm 0,52$ разів, за ідентичних медіанних значень (Me = 3). Показники силової

витривалості м'язів нижніх кінцівок також виявилися подібними: $5,2 \pm 0,45$ разів, а в КГ – $5,33 \pm 0,52$ разів у КГ (медіана в обох групах – 5 разів). Для верифікації нульової гіпотези про відсутність відмінностей між вибірками було використано непараметричний U-критерій Манна-Вітні. Встановлено, що емпіричні значення критерію для всіх дескрипторів перевищували критичне значення, що дозволяє стверджувати про відсутність достовірних міжгрупових відмінностей ($p > 0,05$). Таким чином, на початку формувального експерименту досліджувані групи продемонстрували консистентність та еквівалентність за параметрами силової витривалості основних м'язових груп. Це підтверджує статистичну однорідність вибірки, що є необхідною умовою для забезпечення об'єктивності та репрезентативності результатів після впровадження авторської корекційно-реабілітаційної технології.

Графічна інтерпретація результатів (рис. 2) демонструє виражену позитивну динаміку показників силової витривалості основних м'язових груп у дітей з експериментальної групи (ЕГ) під впливом впровадженної авторської технології.

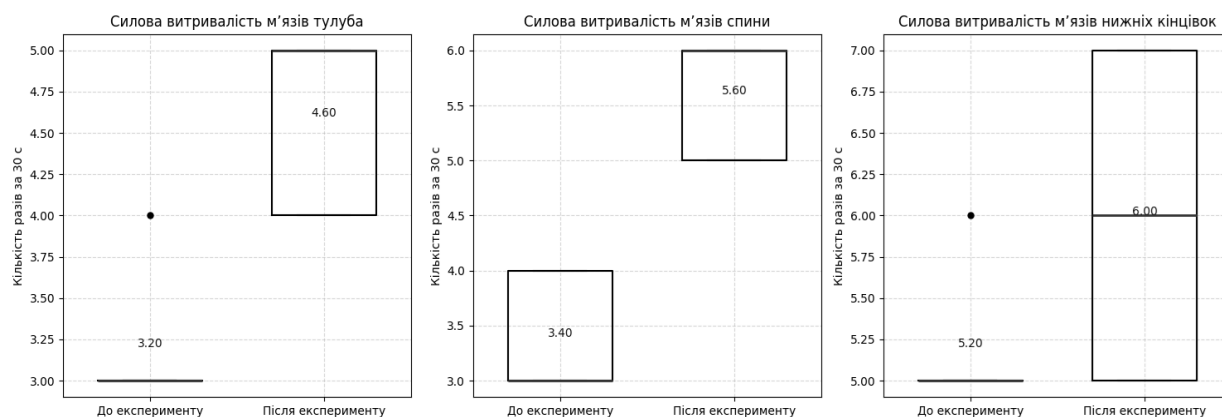


Рис. 2. Динаміка показників силової витривалості дітей експериментальної групи із спастичним геміпарезом протягом експерименту, де  - медіана та кватилі розподілу, число – середнє значення  - викиди

Функціональні зміни аксіальної та локомоторної мускулатури: силова витривалість м'язів тулуба: встановлено зростання середньоарифметичного значення з 3,2 до 4,6 повторення за 30 с. Дана позитивна трансформація свідчить про інтенсифікацію стабілізаційної функції м'язів «кору», що є фундаментальним фактором для формування постурального контролю у дітей із геміпаретичною формою ДЦП; силова витривалість м'язів спини: продемонстровано найбільш виражений прогрес – середній показник збільшився з 3,4 до 5,6 повторення. Таке суттєве покращення параметрів паравертебральної мускулатури верифікує адекватність обраного реабілітаційного навантаження та його спрямованість на корекцію асиметрії м'язового тону; силова витривалість м'язів нижніх кінцівок: зафіксовано приріст із 5,2 до 6,0 повторення. Попри менш виражену динаміку порівняно з аксіальними групами м'язів, ці дані підтверджують поступове

розширення адаптаційних можливостей дистальних сегментів опорно-рухового апарату.

Враховуючи специфіку вибіркової сукупності та результати первинного аналізу, перевірка на нормальність розподілу показників силової витривалості на етапі ретестування підтвердила збереження значних відхилень від теоретичної кривої Гауса. Виражена асиметрія та ексцес даних, зафіксовані ще під час доекспериментального зрізу, унеможливили застосування параметричного *t*-критерію Стюдента. З огляду на це, оцінка достовірності внутрішньогрупових змін проводилася виключно за допомогою непараметричного інструментарію, що дозволило забезпечити високу валідність висновків попри малий обсяг вибірки та специфічний характер розподілу ознак у даній нозологічній групі. Тому динаміка показників силової витривалості у дітей експериментальної групи із спастичним геміпарезом оцінювалася за критерієм Вілкоксона, який погано реагує на вибірки малого розміру (табл. 3).

Таблиця 3

Оцінка статистичної достовірності змін показників силової витривалості у експериментальній групі дітей із спастичним геміпарезом протягом експерименту (n=5)

Порівнювані групи	Статистичні показники	Силова витривалість м'язів тулуба (кількість разів за 30 с)	Силова витривалість м'язів спини (кількість разів за 30с)	Силова витривалість м'язів нижніх кінцівок (кількість разів)
До експерименту	$\bar{x}$	3,2	3,4	5,2
	s	0,45	0,55	0,45
	25%	3	3	5
	Me	3	3	5
	75%	3,5	4	5,5
Після експерименту	$\bar{x}$	4,6	5,6	6
	s	0,55	0,55	1
	25%	4	5	5
	Me	5	6	6
	75%	5	6	7
Достовірність змін	Z	-2,07	-2,12	-1,83
	p	p<0,05	p<0,05	p>0,05

Примітки: $\bar{x}$ – середнє арифметичне значення; s – стандартне відхилення; Me, 25%, 75% – медіана та квантілі розподілу; Z – значення T-критерію Вілкоксона в одиницях Z-перетворення; p – рівень достовірності змін

Узагальнення результатів дослідження показників силової витривалості дітей ЕГ із спастичним геміпарезом дозволяє констатувати позитивну трансформацію їхнього функціонального стану. Після завершення експериментального впливу зафіксовано зростання середніх та медіанних значень за всіма досліджуваними параметрами, що свідчить про інтенсифікацію фізичної підготовленості дітей.

Статистична оцінка внутрішньогрупової динаміки ЕГ: силова витривалість м'язів тулуба: середній показник зріс на 1,4 повторення, при цьому медіана змістилася з 3 до 5 разів. Виявлені зміни є статистично достовірними за критерієм Вілкоксона ($p < 0,05$), що підтверджує ефективність авторської технології у формуванні проксимальної стабільності; силова витривалість м'язів спини: продемонстровано найбільш виражену динаміку – приріст середнього значення на 2,2 повторення, а медіани – з 3 до 6 разів. Високий рівень статистичної значущості ($p < 0,05$) верифікує адекватність обраного реабілітаційного навантаження для зміцнення паравертебральної мускулатури; Силова витривалість м'язів нижніх кінцівок: зафіксовано помірне зростання (середнє значення збільшилося на 0,8 повторення, медіана стабілізувалася на позначці 6 разів). Проте рівень достовірності не досяг порогу статистичної значущості ($p > 0,05$), що вказує на інертність дистальних відділів до короткострокових втручань при геміпаретичних формах ЦП. Виявлений прогрес, особливо в аксіальних групах м'язів, є детермінантою ефективності впровадженої технології. Здатність дітей подолати початкові фізичні обмеження та суттєво покращити показники витривалості спини свідчить про правильність обраного корекційного вектору. Це підтверджує гіпотезу про потенціал інноваційних методик у подоланні моторного дефіциту та досягненні оптимальних функціональних результатів у дітей із особливими потребами.

Порівняльний аналіз динаміки в контрольній групі: на противагу експериментальній групі, КГ, подані на рисунку 3, демонструють відсутність клінічно значущої динаміку. За умов застосування традиційної програми фізичної реабілітації зміни показників силової витривалості м'язів тулуба, спини та нижніх кінцівок мали характер несуттєвих коливань, що не дозволяють говорити про якісну зміну фізичної підготовленості дітей.

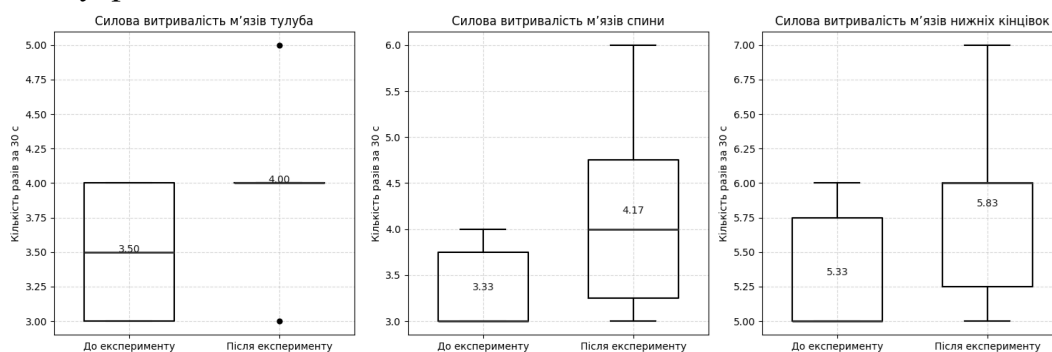


Рис. 3. Динаміка показників силової витривалості дітей контрольної групи із спастичним геміпарезом протягом експерименту, де - медіана та квартилі розподілу, число – середнє значення, - мінімальне і - максимальне значення; - викиди

Оцінка динаміки показників силової витривалості у дітей КГ дозволяє констатувати відсутність клінічно значущих функціональних зрушень за період дослідження. На відміну від експериментальної групи, результати КГ

характеризуються лише незначною позитивною тенденцією без досягнення рівня статистичної достовірності.

Кількісна характеристика результатів КГ: силова витривалість м'язів тулуба: зафіксовано зростання середньогрупового показника з 3,5 до 4,0 повторення за 30 с. Даний приріст (на 0,5 повторення) є мінімальним і свідчить про низьку ефективність традиційних програм щодо зміцнення аксіальної мускулатури; витривалість м'язів спини: середнє значення змінилося з 3,33 до 4,17 повторення. Попри певний прогрес, ці зміни не мають системного характеру і не забезпечують стабілізації постурального статусу; витривалість м'язів нижніх кінцівок: відзначено незначне збільшення результату з 5,33 до 5,83 повторення, що підкреслює інертність локомоторних показників до загальноприйнятих методів фізичного виховання. Загалом, позитивна динаміка в КГ носить фрагментарний характер. Ми припускаємо, що зафіксовані зміни є наслідком природної рухової активності дітей та загального впливу стандартних занять, які сприяють лише підтримці існуючого рівня фізичного стану, але не забезпечують корекцію специфічного рухового дефіциту.

Оцінка достовірності зміни показників силової витривалості в контрольній групі дітей із спастичним геміпарезом в ході експерименту засвідчила, що традиційна система фізичного виховання виявилася недостатньо ефективною для суттєвого покращення цих показників (табл. 4).

Таблиця 4

Оцінка статистичної достовірності змін показників силової витривалості у контрольній групі дітей із спастичним геміпарезом протягом експерименту (n=6)

Порівнювані групи	Статистичні показники	Силовa витривалість м'язів тулуба (кількість разів за 30 с)	Силовa витривалість м'язів спини (кількість разів за 30с)	Силовa витривалість м'язів нижніх кінцівок (кількість разів)
До експерименту	$\bar{x}$	3,5	3,33	5,33
	s	0,55	0,52	0,52
	25%	3	3	5
	Me	3,5	3	5
	75%	4	4	6
Після експерименту	$\bar{x}$	4	4,17	5,83
	s	0,63	1,17	0,75
	25%	3,75	3	5
	Me	4	4	6
	75%	4,25	5,25	6,25
Достовірність змін	Z	-1,73	-1,89	-1,73
	p	p>0,05	p>0,05	p>0,05

Примітки: $\bar{x}$ – середнє арифметичне значення; s – стандартне відхилення; Me, 25%, 75% – медіана та кватилі розподілу; Z – значення T-критерію Вілкоксона в одиницях Z-перетворення; p – рівень достовірності змін

Статистичний аналіз результатів у КГ підтверджує, що традиційна форма фізичного виховання не забезпечує достатньої інтенсивності для якісної корекції рухового дефіциту. Відсутність статистично значущих змін ($p > 0,05$) у розвитку силової витривалості дітей із спастичним геміпарезом у КГ свідчить про низький реабілітаційний потенціал стандартних підходів у контексті даної патології. Зіставлення динаміки показників в ЕГ та КГ дозволяє стверджувати про виражену перевагу впровадженої авторської технології. Найбільш репрезентативні відмінності зафіксовано у тестах на силову витривалість м'язів тулуба та спини: в ЕГ спостерігається інтенсивний прогрес, що обумовлено цілеспрямованим впливом на проксимальну стабільність та активацію паретичних м'язових груп; у КГ зафіксовано лише помірну позитивну тенденцію, яка не має системного характеру. Це підтверджує гіпотезу про те, що зміцнення м'язового корсета та покращення локомоторної функції потребує специфічних, патогенетично обґрунтованих навантажень, передбачених нашою методикою.

Результати підсумкового тестування (рис. 4) виявили детерміновані відмінності у силовій витривалості дітей обох груп після завершення експерименту.

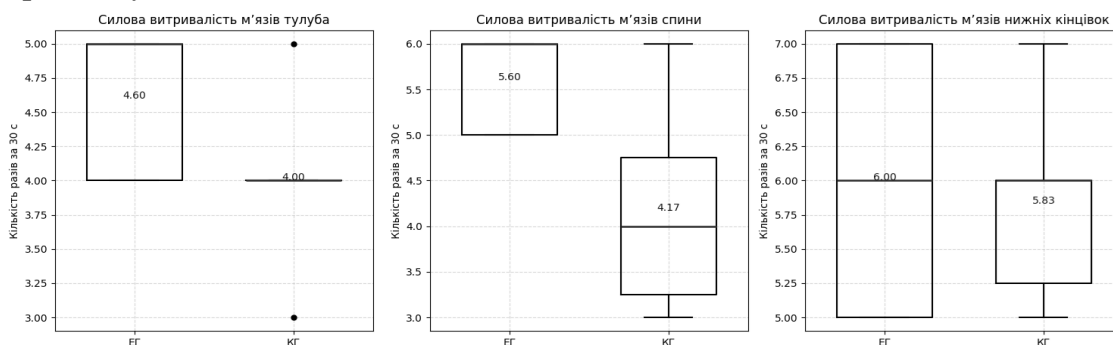


Рис. 4. Порівняння показників силової витривалості в експериментальній (ЕГ: $n=5$) та контрольній (КГ: $n=6$) групах дітей із спастичним геміпарезом після експерименту, де - медіана та кватилі розподілу, число – середнє значення, - мінімальне - максимальне значення, - викиди

Незважаючи на вихідну гомогенність вибірок, на фінальному етапі діти ЕГ продемонстрували якісно вищі результати у розвитку витривалості м'язів тулуба, спини та нижніх кінцівок. Виявлені відмінності верифікують високу ефективність авторської технології та її перевагу над традиційними методами. Отримані дані дозволяють рекомендувати впровадження інноваційних підходів у практику фізичної реабілітації дітей із спастичним геміпарезом як дієвий інструмент підвищення їхнього функціонального статусу та мінімізації наслідків рухових порушень.

Для оцінки значущості відмінностей між цими двома групами після експерименту, розглянемо характер розподілу підсумкових результатів (табл. 5).

Таблиця 5

Результати перевірки на нормальність розподілів показників силової витривалості у експериментальній та контрольній групах дітей із спастичним геміпарезом після експерименту

Показники	Експериментальна група (n=5)		Контрольна група (n=6)	
	W	p	W	p
Силова витривалість м'язів тулуба (кількість разів за 30 с)	0,684	$p < 0,05$	0,827	$p > 0,05$
Силова витривалість м'язів спини (кількість разів за 30с)	0,684	$p < 0,05$	0,908	$p > 0,05$
Силова витривалість м'язів нижніх кінцівок (кількість разів)	0,821	$p > 0,05$	0,866	$p > 0,05$

З даних таблиці можна заключити, що для аналізу відмінностей між експериментальною та контрольною групами після експерименту необхідно застосовувати різні статистичні методи. Для показників силової витривалості м'язів тулуба та спини доцільно використовувати непараметричні критерії, тоді як для показника силової витривалості м'язів нижніх кінцівок, розподіли якого у обох групах є подібними до нормального, можливо використання параметричних критеріїв.

Дискусія. Отримані результати підтверджують гіпотезу про те, що цілеспрямований вплив на проксимальну стабільність через розвиток силової витривалості м'язів тулуба та спини є ключовим чинником покращення загального моторного статусу дітей із спастичним геміпарезом. Встановлене нами достовірне покращення силової витривалості м'язів тулуба та спини в експериментальній групі ($p < 0,05$) корелює з висновками дослідників [8, 9], які вказують на те, що зміцнення «кору» створює необхідну біомеханічну опору для реалізації дистальних рухів. Ми припускаємо, що виявлений прогрес у витривалості м'язів спини (збільшення медіани з 3 до 6 повторень) став фундаментом для покращення координаційних здібностей, що узгоджується з даними про позитивний вплив стабілізації корпусу на точність маніпуляцій верхньою кінцівкою [1, 2]. Відсутність статистично значущих змін у контрольній групі за традиційною програмою свідчить про те, що загальнорозвиваючі вправи не забезпечують достатньої інтенсивності для подолання патологічних синергій та м'язової гіпотрофії, характерних для ДЦП. Натомість авторська технологія, ймовірно, сприяла активації нейропластичності за рахунок вищої повторюваності та специфічності навантажень. Це підтверджує думку [15] про необхідність систематичних, високоінтенсивних втручань для запобігання вторинним порушенням, таким як контрактури та атрофія «від невикористання». Відсутність достовірних змін у показниках силової витривалості нижніх кінцівок в ЕГ ($p > 0,05$), попри позитивну тенденцію, потребує окремого розгляду. Ми пов'язуємо це з тим, що геміпаретична хода та специфічний розподіл тонуусу в ногах потребують тривалішого періоду

реабілітації та, можливо, додаткового включення методів вібраційної терапії, яка, за даними W. E. Heneidy, M. A. Farouk, K. A. Olama, [11], ефективно впливає на амплітуду та силу рухів саме у поєднанні з лікувальними вправами. Окремим дискусійним питанням є відсутність статистично значущих відмінностей між ЕГ та КГ на підсумковому етапі, незважаючи на очевидну перевагу середніх значень в ЕГ. Ми вважаємо, що це зумовлено «ефектом малої вибірки» та високою мінливістю (варіативністю) рухових порушень у дітей із ЦП. Це спонукає до подальшої верифікації результатів на більших групах, що також рекомендується у мережевих метааналізах 2024 року [16]. Інноваційність та перспективи. Поєднання вправ на рівновагу (тести Ромберга та Яроцького) із силовими навантаженнями в нашій технології демонструє синергетичний ефект, подібний до результатів комбінованих протоколів mCIMT та бімануальної терапії [7], де комплексність впливу забезпечує вищу стійкість результатів. Отримані дані про ефективність акватерапії [6] у контексті зниження тонуусу можуть стати основою для подальшої інтеграції водних вправ у нашу авторську методику для посилення розслаблюючого ефекту перед силовими блоками.

Висновки. Впроваджена авторська технологія забезпечила достовірне покращення силової витривалості аксіальної мускулатури (тулуба та спини) у дітей з ЕГ, що є патогенетичним підґрунтям для вдосконалення постурального контролю. Традиційна система фізичної культури не забезпечує статистично значущого впливу на силову витривалість дітей із спастичним геміпарезом, що підтверджує необхідність інтенсифікації реабілітаційних протоколів. Відсутність статистично значущих міжгрупових відмінностей на підсумковому етапі (при наявності вираженого внутрішньогрупового прогресу в ЕГ) вказує на доцільність збільшення експозиції реабілітаційного впливу та розширення репрезентативної вибірки для підвищення статистичної потужності дослідження.

Список літературних джерел

1. Альошина, А. І., Кашуба, В. О., Афанасьєв, С. М., та ін. (2023). Фізкультурно-спортивна реабілітація осіб із порушенням біомеханіки просторової організації тіла: Навч. посіб. (Ч. 1). Вежа-Друк.
2. Альошина, А. І., Кашуба, В. О., Афанасьєв, С. М., та ін. (2024). Фізкультурно-спортивна реабілітація осіб із порушенням біомеханіки просторової організації тіла: Навч. посіб. (Ч. 2). Вежа-Друк.
3. Хмельницька, І., Кашуба, В., Шевчук, О., Кардаков, В., & Верзлова, К. (2024). Метод головних компонентів і факторний аналіз в обробці результатів наукових досліджень у фізичній культурі та спорті. Фізична культура, спорт та здоров'я нації,

References

1. Alyoshina, A. I., Kashuba, V. O., Afanasiev, S. M., et al. (2023). Fizkulturno-sportyvna reabilitatsiia osib iz porushenniam biomekhaniky prostorovi organizatsii tila: Navch. posib. (Ch. 1) [Physical culture and sports rehabilitation of persons with biomechanical disorders of the spatial organization of the body: Textbook (Pt. 1)]. Vezha-Druk.
2. Alyoshina, A. I., Kashuba, V. O., Afanasiev, S. M., et al. (2024). Fizkulturno-sportyvna reabilitatsiia osib iz porushenniam biomekhaniky prostorovi organizatsii tila: Navch. posib. (Ch. 2) [Physical culture and sports rehabilitation of persons with biomechanical disorders of the spatial organization of the body: Textbook (Pt. 2)]. Vezha-Druk.

- 18(37), 279-289. [https://doi.org/10.31652/2071-5285-2024-18\(37\)-279-289](https://doi.org/10.31652/2071-5285-2024-18(37)-279-289)
4. Холодов, С. (2022). Сучасні тренди у практиці фізкультурно-спортивної реабілітації дітей з церебральним паралічем. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*, 13(32), 336-345. [https://doi.org/10.31652/2071-5285-2022-13\(32\)-336-345](https://doi.org/10.31652/2071-5285-2022-13(32)-336-345)
5. Холодов, С. А., & Гребеніна, А. А. (2023). Біомеханіка постави дітей з церебральним паралічем: сучасний стан проблеми. Реабілітаційні та фізкультурно-рекреаційні аспекти розвитку людини (Rehabilitation & Recreation), (14), 242-251. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2023.14.29>
6. Aquatic therapy for spastic cerebral palsy: A scoping review. (2024). *European Journal of Medical Research*, 29(1), 569. <https://doi.org/10.1186/s40001-024-02171-1>
7. Combined intensive upper limb rehabilitation protocols in children with unilateral cerebral palsy: A randomized clinical trial. (2023). *Clinical Rehabilitation*, 37(11), 1501–1513. <https://doi.org/10.1177/02692155231177956>
8. Effect of core stability exercises on upper limb reaching in children with spastic hemiparetic cerebral palsy: A randomized controlled trial. (2025). *Bulletin of Faculty of Physical Therapy*, 30(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s43161-025-00270-6>
9. Effects of exercise intervention on balance function in children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. (2024). *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 16(1), 164. <https://doi.org/10.1186/s13102-024-00922-5>
10. Hand-arm bimanual intensive therapy versus modified constraint-induced movement therapy in children with hemiparetic cerebral palsy: A randomized controlled trial. (2025). *Brain and Development*, 47, 104381. <https://doi.org/10.1016/j.braindev.2025.104381>
11. Heneidy, W. E., Farouk, M. A., & Olama, K. A. (2025). Effect of vibration therapy on upper limb range of motion and muscle strength in children with hemiplegia: A randomized controlled trial. *Bulletin of Faculty of Physical Therapy*, 30(1), 12.
3. Khmel'nitska, I., Kashuba, V., Shevchuk, O., Kardakov, V., & Verzlova, K. (2024). Principal component method and factor analysis in the processing of results of scientific research in physical culture and sports. *Physical Culture, Sport and National Health*, 18(37), 279-289. [https://doi.org/10.31652/2071-5285-2024-18\(37\)-279-289](https://doi.org/10.31652/2071-5285-2024-18(37)-279-289)
4. Kholodov, S. (2022). Modern trends in the practice of physical culture and sports rehabilitation of children with cerebral palsy. *Physical Culture, Sport and National Health*, 13(32), 336-345. [https://doi.org/10.31652/2071-5285-2022-13\(32\)-336-345](https://doi.org/10.31652/2071-5285-2022-13(32)-336-345)
5. Kholodov, S. A., & Hrebenina, A. A. (2023). Biomechanics of posture of children with cerebral palsy: current state of the problem. *Rehabilitation & Recreation*, (14), 242-251. <https://doi.org/10.32782/2522-1795.2023.14.29>
6. Aquatic therapy for spastic cerebral palsy: A scoping review. (2024). *European Journal of Medical Research*, 29(1), 569. <https://doi.org/10.1186/s40001-024-02171-1>
7. Combined intensive upper limb rehabilitation protocols in children with unilateral cerebral palsy: A randomized clinical trial. (2023). *Clinical Rehabilitation*, 37(11), 1501–1513. <https://doi.org/10.1177/02692155231177956>
8. Effect of core stability exercises on upper limb reaching in children with spastic hemiparetic cerebral palsy: A randomized controlled trial. (2025). *Bulletin of Faculty of Physical Therapy*, 30(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s43161-025-00270-6>
9. Effects of exercise intervention on balance function in children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. (2024). *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation*, 16(1), 164. <https://doi.org/10.1186/s13102-024-00922-5>
10. Hand-arm bimanual intensive therapy versus modified constraint-induced movement therapy in children with hemiparetic cerebral palsy: A randomized controlled trial. (2025). *Brain and Development*, 47, 104381. <https://doi.org/10.1016/j.braindev.2025.104381>
11. Heneidy, W. E., Farouk, M. A., & Olama,

- <https://doi.org/10.1186/s43161-025-00274-2>
12. Impact of sensory-based therapy on problems with balance and posture in children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. (2024). *Discover Public Health*, 21(1), 197. <https://doi.org/10.1186/s12982-024-00281-z>
13. Kholodov, S., Kashuba, V., Khmel'nitska, I., Grygus, I., Asauliuk, I., & Krupenya, S. (2021). Model biomechanical characteristics of child's walking during primary school age. *Journal of Physical Education and Sport (JPES)*, 21(5), 2857–2863. <https://doi.org/10.7752/jpes.2021.s5380>
14. Kholodov, S., Savlyuk, O., Hrebenina, A., Yarmolinsky, L., & Kolos, M. (2024). Methodology of "artificial control environment" in the process of physical exercise for children with disabilities. *Physical Rehabilitation and Recreational Health Technologies*, 9(5), 370–384. [https://doi.org/10.15391/prrht.2024-9\(5](https://doi.org/10.15391/prrht.2024-9(5)
15. Multidisciplinary rehabilitation approaches for children with cerebral palsy: A contemporary systematic review. (2023). *Children*, 10(6), 1021. <https://doi.org/10.3390/children10061021>
16. Network meta-analysis of exercise interventions on gross motor function in children with cerebral palsy. (2024). *Developmental Medicine & Child Neurology*, 66(9), 1091–1102. <https://doi.org/10.1111/dmcn.15934>
17. The effects of vestibular rehabilitation on preterm children with spastic hemiparetic cerebral palsy: Case report. (2025). *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 42, 297–301. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2024.12.034>
18. Whole-body vibration combined with therapeutic exercises in children with spastic cerebral palsy: A randomized controlled trial. (2025). *Medicina*, 61(5), 873. <https://doi.org/10.3390/medicina61050873>
- K. A. (2025). Effect of vibration therapy on upper limb range of motion and muscle strength in children with hemiplegia: A randomized controlled trial. *Bulletin of Faculty of Physical Therapy*, 30(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s43161-025-00274-2>
12. Impact of sensory-based therapy on problems with balance and posture in children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. (2024). *Discover Public Health*, 21(1), 197. <https://doi.org/10.1186/s12982-024-00281-z>
13. Kholodov, S., Kashuba, V., Khmel'nitska, I., Grygus, I., Asauliuk, I., & Krupenya, S. (2021). Model biomechanical characteristics of child's walking during primary school age. *Journal of Physical Education and Sport (JPES)*, 21(5), 2857–2863. <https://doi.org/10.7752/jpes.2021.s5380>
14. Kholodov, S., Savlyuk, O., Hrebenina, A., Yarmolinsky, L., & Kolos, M. (2024). Methodology of "artificial control environment" in the process of physical exercise for children with disabilities. *Physical Rehabilitation and Recreational Health Technologies*, 9(5), 370–384. [https://doi.org/10.15391/prrht.2024-9\(5](https://doi.org/10.15391/prrht.2024-9(5)
15. Multidisciplinary rehabilitation approaches for children with cerebral palsy: A contemporary systematic review. (2023). *Children*, 10(6), 1021. <https://doi.org/10.3390/children10061021>
16. Network meta-analysis of exercise interventions on gross motor function in children with cerebral palsy. (2024). *Developmental Medicine & Child Neurology*, 66(9), 1091–1102. <https://doi.org/10.1111/dmcn.15934>
17. The effects of vestibular rehabilitation on preterm children with spastic hemiparetic cerebral palsy: Case report. (2025). *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 42, 297–301. <https://doi.org/10.1016/j.jbmt.2024.12.034>
18. Whole-body vibration combined with therapeutic exercises in children with spastic cerebral palsy: A randomized controlled trial. (2025). *Medicina*, 61(5), 873. <https://doi.org/10.3390/medicina61050873>

DOI: 10.31652/2071-5285-2025-20(39)-258-272

Відомості про авторів:

Холодов С. А.; orcid.org/0000-0002-0435-942X; s.holodov2022@gmail.com;
Південноукраїнський національний педагогічний університет
імені К. Д. Ушинського

Кашуба В. О.; orcid.org/0000-0001-6669-738X; Vitaliy_kashuba@ukr.net;
Національний університет фізичного виховання і спорту України

Гребеніна А.; orcid.org/0000-0003-4258-2232; Вінницький державний
педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського

Прудивус Н. А.; orcid.org/0009-0003-1761-9467; xiaomi95195@gmail.com;
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського