

EFFECTS OF INTENSIVE 24-MONTH KINESITHERAPY ON MUSCLE TONE IN CHILDREN WITH SPASTIC DIPLEGIC FORM OF CEREBRAL PALSY: A PROSPECTIVE LONGITUDINAL STUDY

Isan Emini

South East European University, Republic of North Macedonia, isan.emini@seeu.edu.mk

Abstract: Spasticity is the leading motor disorder in children with spastic diplegic cerebral palsy and significantly limits functional mobility. Current evidence emphasizes the need for intensive and structured rehabilitation programs to achieve long-term functional effects. Objective assessment of muscle tone, most often through the Modified Ashworth Scale (MAS), is key to evaluating therapeutic outcomes.

Objective of the study is TOo compare the effects of intensive inpatient kinesitherapy and standard home rehabilitation on muscle tone in children with spastic diplopia.

A prospective longitudinal intervention study (2023–2025) was conducted with 30 children divided into an experimental (n=15) and a control group (n=15). The experimental group followed a 24-month structured and multidisciplinary inpatient kinesitherapy, while the control group performed standard home exercises without a structured protocol. Muscle tone of the hip adductors (m. adductor longus, brevis, magnus) was assessed with MAS. Data were analyzed with descriptive statistics, Wilcoxon Matched Pairs Test and Repeated Measures ANOVA ($p<0.05$).

Both groups showed a statistically significant reduction in spasticity ($p<0.01$). However, the experimental group achieved a significantly greater reduction in MAS values ($p<0.001$; $F=19.58$), with a mean after intervention of 1.53 ± 0.13 , compared to 2.13 ± 0.35 in the control group. The effect size was large (Cohen's $d=0.8$), with a statistical power of $1-\beta=0.80$.

Intensive and continuous 24-month inpatient kinesitherapy shows a superior effect in reducing spasticity in children with spastic diplegia compared to standard home rehabilitation. The intensity and structure of the therapy are key factors in achieving clinically significant results.

Keywords: cerebral palsy, spasticity, kinesitherapy, rehabilitation, MAS.

ЕФЕКТИ ОД ИНТЕНЗИВНА 24-МЕСЕЧНА КИНЕЗИТЕРАПИЈА ВРЗ МУСКУЛНИОТ ТОНУС КАЈ ДЕЦА СО СПАСТИЧНА ДИПЛЕГИЧНА ФОРМА НА ЦЕРЕБРАЛНА ПАРАЛИЗА: ПРОСПЕКТИВНА ЛОНГИТУДИНАЛНА СТУДИЈА

Исан Емини

Универзитет на Југоисточна Европа, Република Северна Македонија, isan.emini@seeu.edu.mk

Апстракт: Спастицитетот е водечко моторно нарушување кај децата со спастична диплегична форма на церебрална парализа и значајно ја ограничува функционалната мобилност. Современите докази ја нагласуваат потребата од интензивни и структурирани рехабилитациони програми за постигнување долгорочни функционални ефекти. Објективната проценка на мускулниот тонус, најчесто преку Modified Ashworth Scale (MAS), е клучна за евалуација на терапевтските исходи.

Цел на оваа студија е да се споредат ефектите од интензивна болничка кинезитерапија и стандардна домашна рехабилитација врз мускулниот тонус кај деца со спастична диплегија.

Спроведена е проспективна лонгитудинална интервенциска студија (2023–2025) со 30 деца поделени во експериментална (n=15) и контролна група (n=15). Експерименталната група следеше 24-месечна структурирана и мултидисциплинарна болничка кинезитерапија, додека контролната група изведуваше стандардни домашни вежби без структуриран протокол. Мускулниот тонус на адукторите на колкот (m. adductor longus, brevis, magnus) беше проценет со MAS. Податоците беа анализирани со дескриптивна статистика, Wilcoxon Matched Pairs Test и Repeated Measures ANOVA ($p<0.05$).

Двете групи покажаа статистички значајно намалување на спастицитетот ($p<0.01$). Сепак, експерименталната група постигна значајно поголема редукција на MAS вредностите ($p<0.001$; $F=19.58$), со просек по интервенцијата 1.53 ± 0.13 , наспроти 2.13 ± 0.35 во контролната група. Големината на ефектот беше голема (Cohen's $d=0.8$), со статистичка моќ $1-\beta=0.80$.

Интензивната и континуирана 24-месечна болничка кинезитерапија покажува супериорен ефект во намалување на спастицитетот кај деца со спастична диплегија во споредба со стандардна домашна

рехабилитација. Интензитетот и структурираноста на терапијата претставуваат клучни фактори за постигнување клинички значајни резултати.

Клучни зборови: церебрална парализа, спастицитет, кинезитерапија, рехабилитација, MAS.

1. ВОВЕД

Церебралната парализа претставува група на трајни нарушувања на движењето и положбата, предизвикани од непрогресивно оштетување на мозокот во раниот развоен период. Спастицитетот е најчеста моторна манифестација, особено кај деца со спастична диплегија, при што значително влијае врз одењето, постуралната стабилност и функционалната независност.

Според систематскиот преглед на Novak и соработници, објавен во списанието *Developmental Medicine & Child Neurology*, рехабилитацијата кај деца со церебрална парализа треба да биде заснована на докази, со акцент на интензивни, целно-ориентирани и структурирани интервенции. Авторите истакнуваат дека програмите со повисок интензитет имаат посилна научна поддршка во споредба со неструктурирани или нискофреквентни интервенции.

Прецизната проценка на спастицитетот е од суштинско значење за евалуација на терапевтските ефекти. Bohannon и Smith, во списанието *Physical Therapy*, ја потврдуваат *Modified Ashworth Scale (MAS)* како сигурен клинички инструмент за мерење на мускулниот тонус, со задоволителна интер-испитувачка доверливост.

Имајќи ја предвид функционалната улога на адукторите на колкот во постуралната контрола и амбулацијата, испитувањето на долгорочните ефекти од интензивна кинезитерапија има значајна клиничка оправданост.

2. МАТЕРИЈАЛ И МЕТОДИ

Спроведена е проспективна, лонгитудинална, интервенциска клиничка студија со контролна група во периодот од 2023 до 2025 година.

Испитаници

Во истражувањето беа вклучени 30 деца со дијагностицирана спастична диплегична форма на церебрална парализа, распределени во:

- Експериментална група (n=15): интензивна болничка кинезитерапија
- Контролна група (n=15): стандардна домашна рехабилитација

Интервенција

Времетраење: 24 месеци

Експерименталната група примаше структурирана, мултидисциплинарна и високоинтензивна терапија во болнички услови.

Контролната група примаше општи кинезитерапевтски вежби во домашни услови, без структуриран протокол.

Инструмент за проценка

Modified Ashworth Scale (MAS) – проценка на мускулен тонус кај адуктори на колк (m. adductor longus, brevis, magnus).

Статистичка анализа изведена е во STATISTICA 7.1

Применети беа:

- Дескриптивна статистика
- Wilcoxon Matched Pairs Test
- Repeated Measures ANOVA

Нивото на статистичка значајност беше поставено на $p < 0,05$.

Големината на ефектот (Cohen's d) изнесуваше 0,8.

Статистичката моќ беше пресметана со G^*Power ($1-\beta = 0,80$).

Цел

Да се утврдат и споредат ефектите на интензивна и континуирана кинезитерапија спроведувана во болнички услови со ефектите на стандардна рехабилитација во домашни услови.

Хипотези на истражувањето

Нема статистички значајна разлика во проценка на мускулен тонус (MAS) кај аддуктори на колк (m.adductor longus, brevis, magnus), кај деца со Детска церебрална парализа – спастична диплегија по 24-месечна кинезитерапевтска интервенција.

Постои статистички значајно подобрување на мускулен тонус (MAS) кај аддуктори на колк (m.adductor longus, brevis, magnus), кај деца со Детска церебрална парализа – спастична диплегија, кои примале интензивна и континуирана 24-месечна кинезитерапевтска интервенција спроведувана во болнички услови.

3. РЕЗУЛТАТИ

1. Експериментална група

На табела 1. прикажана е дескриптивна статистика на аддуктори на колк (m.adductor longus, brevis, magnus) пред и после кинезитерапија во експерименталната група.

Вредноста на мускулниот тонус пред кинезитерапија варира во интервалот $2,80 \pm 0,41^\circ$; $\pm 95,00\%CI: 2,57-3,03$; медијаната изнесува $3,00^\circ$, минималната вредност изнесува $2,00^\circ$ а максималната вредност изнесува $3,00^\circ$.

Вредноста на мускулниот тонус после кинезитерапија варира во интервалот $1,53 \pm 0,13^\circ$; $\pm 95,00\%CI: 1,46-1,60$; медијаната изнесува $1,50^\circ$, минималната вредност изнесува $1,50^\circ$ а максималната вредност изнесува $2,00^\circ$.

Табела 1. Аддуктори на колк / Пред & После кинезитерапија

Variable	Valid N	Mean	Confidence -95,00%	Confidence +95,00%	Median	Minimum	Maximum	Std. Dev.
m.adductor longus, brevis, magnus / Пред	15	2,80	2,57	3,03	3,00	2,00	3,00	0,41
m.adductor longus, brevis, magnus / После	15	1,53	1,46	1,60	1,50	1,50	2,00	0,13

Извор: истражување на авторот

1.1 Разлика / Аддуктори на колк / Пред & После кинезитерапија

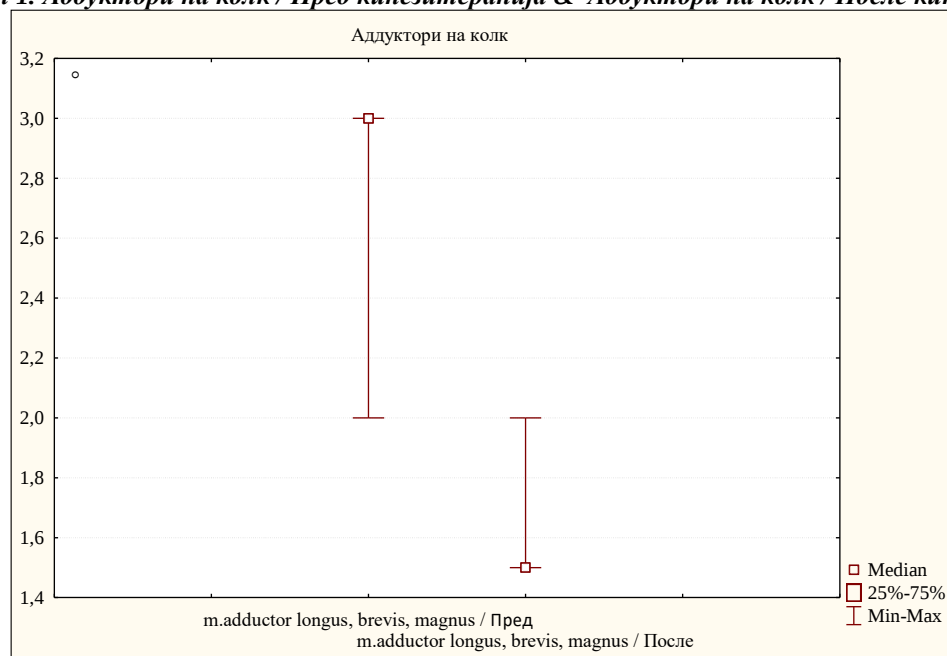
Вредноста на MAS (аддуктори на колк) после кинезитерапија за $Z = 3,41$ и $p < 0,001 (p = 0,000)$ значајно е намалена во однос на вредноста на MAS (аддуктори на колк) пред кинезитерапија (табела 1.1 и графикон 1.).

Табела 1.1 Аддуктори на колк / Пред & Аддуктори на колк / След / Разлика

Pair of Variables	Valid	T	Z	p-level
Аддуктори на колк / Пред & Аддуктори на колк / После	15	0,00	3,41	0,0007

Извор: истражување на авторот

Графикон 1. Аддуктори на колк / Пред кинезитерапија & Аддуктори на колк / После кинезитерапија



Извор: истражување на авторот

2. Контролна група

На табела 2. прикажана е дескриптивна статистика на аддуктори на колк (m.adductor longus, brevis, magnus) пред и после кинезитерапија во контролната група.

Вредноста на мускулниот тонус пред кинезитерапија варира во интервалот $2,93 \pm 0,26^\circ$; $\pm 95,00\% \text{CI}: 2,79-3,08$; медијаната изнесува $3,00^\circ$, минималната вредност изнесува $2,00^\circ$ а максималната вредност изнесува $3,00^\circ$.
Вредноста на мускулниот тонус после кинезитерапија варира во интервалот $2,13 \pm 0,35^\circ$; $\pm 95,00\% \text{CI}: 1,94-2,33$; медијаната изнесува $2,00^\circ$, минималната вредност изнесува $2,00^\circ$ а максималната вредност изнесува $3,00^\circ$.

Табела 2. Аддуктори на колк / Пред & После кинезитерапија

Variable	Valid N	Mean	Confidence -95,00%	Confidence +95,00%	Median	Minimum	Maximum	Std. Dev.
m.adductor longus, brevis, magnus / Пред	15	2,93	2,79	3,08	3,00	2,00	3,00	0,26
m.adductor longus, brevis, magnus / После	15	2,13	1,94	2,33	2,00	2,00	3,00	0,35

Извор: истражување на авторот

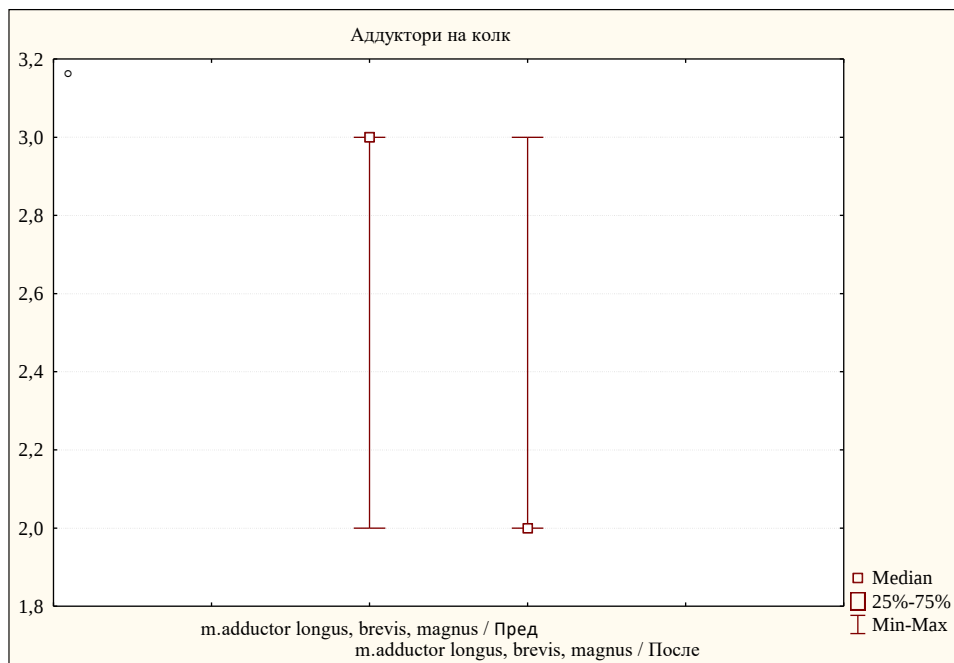
2.1 Разлика / Аддуктори на колк / Пред & После кинезитерапија

Вредноста на MAS (Аддуктори на колк) после кинезитерапија за $Z = 3,06$ и $p < 0,01 (p = 0,002)$ значајно е намалена во однос на вредноста на MAS (Аддуктори на колк) пред кинезитерапија (табела 2.1 и графикон 2.).

Табела 2.1 Аддуктори на колка / Пред & Аддуктори на колк / После / Разлика	Valid	T	Z	p-level
Аддуктори на колк / Пред & Аддуктори на колк / После	15	0,00	3,06	0,002

Извор: истражување на авторот

Графикон 2. Аддуктори на колк / Пред кинезитерапија & Аддуктори на колк / После кинезитерапија



Извор: истражување на авторот

3. Анализа на интер-групни разлики

3.1 Modified Ashworth Scale (MAS) / Repeated Measures ANOVA

3.1.1 Аддуктори на колк (m.adductor longus, brevis, magnus)

3.1.1.1 Група

На табела 3. и графикон 3. прикажана е дескриптивна статистика на граничните вредности на адуктори на колк (MAS / m.adductor longus, brevis, magnus) во експерименталната и контролната група.

Граничните вредности на адуктори на колк (MAS) варираат во интервалот Mean $\pm$ Std.Err.; $\pm 95,00\%$ DV_1 / °.

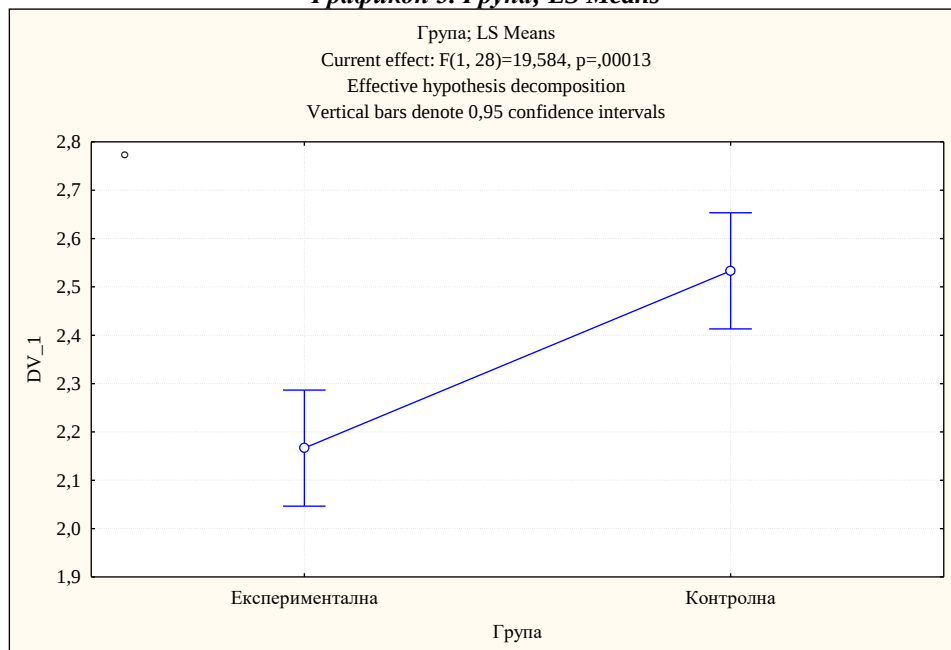
За $F=19,58$ и $p<0,001(p=0,000)$ постои значајна разлика во вредноста на адуктори на колк (MAS) помеѓу двете групи.

Табела 3. Група; LS Means

Група ; LS Means; Current effect: F(1, 28)=19,584, p=,00013 Effective hypothesis decomposition						
Cell No.	Група	DV_1 Mean	DV_1 Std.Err.	DV_1 -95,00%	DV_1 +95,00%	N
1	Експериментална	2,17	0,06	2,05	2,29	15
2	Контролна	2,53	0,06	2,41	2,65	15

Извор: истражување на авторот

Графикон 3. Група; LS Means



Извор: истражување на авторот

Резултатите прикажани на табела 3.1 се однесуваат на Post Hoc Tests / Bonferroni test анализата.

За $p<0,001(p=0,000)$ постои значајна разлика помеѓу граничните вредности на адуктори на колк (MAS) во експерименталната и контролната група.

Табела 3.1 Post Hoc Tests / Bonferroni test

Bonferroni test; variable DV_1; Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between MS = 0,10298, df = 28,000			
Cell No.	Група	{1} 2,17	{2} 2,53
1	Експериментална		0,0001
2	Контролна	0,0001	

Извор: истражување на авторот

3.1.1.2 R1 * Група; LS Means

На табела 4. и графикон 4. прикажана е дескриптивна статистика на граничните вредности на адуктори на колк (MAS) во експерименталната и контролната група, пред и после кинезитерапијата.

Граничните вредности на адуктори на колк (MAS) во релацијата R1*Група; LS Means, варираат во интервалот $\text{Mean} \pm \text{Std.Err.}; \pm 95,00\% \text{ DV}_1 / ^\circ$.

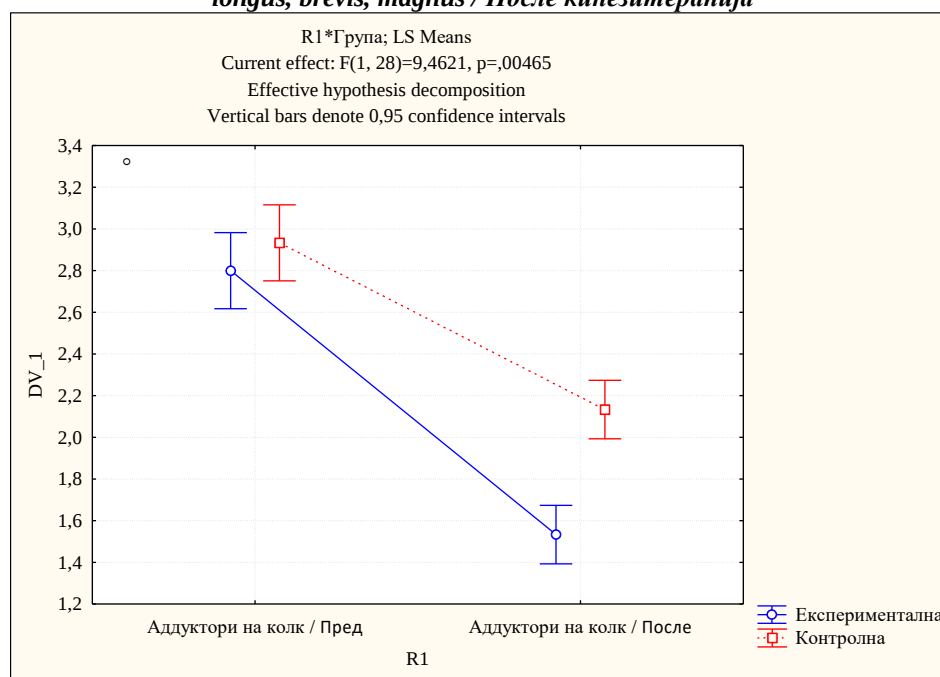
За $F=9,46$ и $p<0,01$ ($p=0,005$) постои значајна разлика во вредноста на адуктори на колк (MAS) помеѓу двете групи, пред и после кинезитерапијата.

Табела 4. R1*Група; LS Means

R1*Група; LS Means; Current effect: $F(1, 28)=9,4621$, $p=,00465$ Effective hypothesis decomposition							
Cell No.	Група	R1	DV_1 Mean	DV_1 Std.Err.	DV_1 -95,00%	DV_1 +95,00%	N
1	Експериментална	m.adductor longus, brevis, magnus / Пред	2,80	0,09	2,62	2,98	15
2	Експериментална	m.adductor longus, brevis, magnus / После	1,53	0,07	1,39	1,67	15
3	Контролна	m.adductor longus, brevis, magnus / Пред	2,93	0,09	2,75	3,12	15
4	Контролна	m.adductor longus, brevis, magnus / После	2,13	0,07	1,99	2,27	15

Извор: истражување на авторот

Графикон 4. R1* Група; LS Means; m.adductor longus, brevis, magnus /Пред кинезитерапија & m.adductor longus, brevis, magnus / После кинезитерапија



Извор: истражување на авторот

Резултатите прикажани на табела 4.1 се однесуваат на Post Hoc Tests / Bonferroni test анализата.

За $p<0,001$ ($p=0,000$) граничната вредност на адуктори на колк (MAS) во експерименталната група после кинезитерапија (1,53°) значајно е помала од граничната вредност на адуктори на колк (MAS) во експерименталната група пред кинезитерапија (2,80°).

За $p < 0,001$ ($p = 0,000$) граничната вредност на адуктори на колк (MAS) во контролната група после кинезитерапија ($2,13^\circ$) значајно е помала од граничната вредност на адуктори на колк (MAS) во контролната група пред кинезитерапија ($2,93^\circ$).

За $p < 0,001$ ($p = 0,000$) граничната вредност на адуктори на колк (MAS) во експерименталната група после кинезитерапија ($1,53^\circ$) значајно е помала од граничната вредност на адуктори на колк (MAS) во контролната група после кинезитерапија ($2,13^\circ$).

Табела 4.1 Post Hoc Tests / Bonferroni test

Bonferroni test; variable DV_1; Probabilities for Post Hoc Tests Error: Between; Within; Pooled MS = 0,095, df = 55,569						
Cell No.	Група	R1	{1} 2,80	{2} 1,53	{3} 2,93	{4} 2,13
1	Експериментална	m.adductor longus, brevis, magnus / Пред		0,000	1,00	0,000
2	Експериментална	m.adductor longus, brevis, magnus / После	0,000		0,000	0,000
3	Контролна	m.adductor longus, brevis, magnus / Пред	1,00	0,000		0,000
4	Контролна	m.adductor longus, brevis, magnus / После	0,000	0,000	0,000	

Извор: истражување на авторот

4. ДИСКУСИИ

Резултатите од спроведеното истражување покажаа статистички значајно намалување на мускулниот тонус кај адукторите на колкот (m. adductor longus, brevis, magnus), проценет преку Modified Ashworth Scale (MAS), кај двете групи испитаници. Сепак, редукцијата на спастицитетот беше значително поизразена кај експерименталната група која примала интензивна и континуирана 24-месечна болничка кинезитерапија.

Овие наоди се во согласност со резултатите на Novak и соработници, објавени во списанието Developmental Medicine & Child Neurology, кои укажуваат дека интервенциите со висок интензитет и функционална насоченост имаат најсилна научна поддршка кај деца со церебрална парализа. Дополнително, Park и Kim во списанието Children потврдуваат дека интензивниот невроразвоен третман доведува до значајно намалување на спастицитетот и подобрување на моторните функции.

Резултатите од нашата студија се конзистентни и со наодите на Kaya Kara и соработници објавени во Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine, каде што се нагласува супериорноста на структурирана и мултидисциплинарна болничка терапија во споредба со стандардна рехабилитација.

Фактот дека и контролната група покажува статистички значајно подобрување ($p = 0,002$) е во согласност со систематските прегледи објавени во Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, каде се заклучува дека континуираната физичка активност и стандардната терапија имаат позитивен, но умерен ефект врз спастицитетот.

Сепак, интер-групната анализа ($F = 19,58$; $p < 0,001$) укажува на јасна супериорност на интензивниот болнички пристап. Долгорочната 24-месечна интервенција веројатно овозможила неврофизиолошка адаптација, подобра моторна контрола и намалена хиперекситабилност на алфа-моторните неврони, што резултира со клинички значајна редукција на мускулниот тонус.

Големината на ефектот (Cohen's $d = 0,8$) укажува на голем клинички ефект, што ја потврдува практичната релевантност на резултатите, а не само нивната статистичка значајност.

5. ЗАКЛУЧОК

Врз основа на добиените резултати може да се заклучи дека:

1. Интензивната болничка кинезитерапија и стандардната домашна рехабилитација доведуваат до статистички значајно намалување на мускулниот тонус кај деца со спастична диплегија.
2. Интензивната и континуирана 24-месечна болничка кинезитерапија има значајно поголем ефект во редукција на спастицитетот во споредба со стандардна домашна терапија.

3. Modified Ashworth Scale претставува валиден и применлив инструмент за проценка на промените во мускулниот тонус.
4. Интензитетот, континуитетот и структурираноста на терапевтскиот протокол се клучни фактори за постигнување клинички значајни резултати.

РЕФЕРЕНЦИ

- Alsirhani, A. A., Muaidi, Q. I., Nuhmani, S., Thorborg, K., Husain, M. A., & Al Attar, W. S. A. (2024). The effectiveness of the Copenhagen adduction exercise on improving eccentric hip adduction strength among soccer players with groin injury: a randomized controlled trial. *The Physician and Sportsmedicine*, 52(5), 497–506. <https://doi.org/10.1080/00913847.2024.2321958>
- Booth, A. T. C., Buizer, A. I., Meyns, P., & Harlaar, J. (2021). The efficacy of functional strength training on muscle tone and gait in children with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 63(9), 1021–1030.
- Bohannon, R. W., & Smith, M. B. (1987). Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Physical Therapy*, 67(2), 206–207. <https://doi.org/10.1093/ptj/67.2.206>
- Chen, C. L., Chen, C. Y., Liaw, M. Y., Chung, C. Y., & Wang, C. J. (2024). Long-term effects of rehabilitation intensity on muscle tone and functional outcomes in children with spastic cerebral palsy. *Clinical Rehabilitation*, 38(1), 55–65.
- Damiano, D. L., & DeJong, S. L. (2009). A systematic review of the effectiveness of treadmill training and body-weight support in pediatric rehabilitation. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 33(1), 27–44.
- Dodd, K. J., Taylor, N. F., & Damiano, D. L. (2002). A systematic review of the effectiveness of strength training programs for people with cerebral palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(8), 1157–1164.
- Kaya Kara, Ö., Livanelioğlu, A., & Yardımcı, B. N. (2023). The impact of intensive physiotherapy on spasticity and motor performance in children with cerebral palsy. *Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine*, 16(2), 245–253.
- Liao, H. F., Liu, Y. C., Liu, W. Y., & Lin, Y. T. (2022). Effects of task-oriented training on motor function and spasticity in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 121, 104148.
- Novak, I., McIntyre, S., Morgan, C., Campbell, L., Dark, L., Morton, N., & Goldsmith, S. (2013). A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: State of the evidence. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(10), 885–910.
- Park, E. Y., & Kim, W. H. (2020). Effectiveness of intensive neurodevelopmental treatment on gross motor function and muscle tone in children with spastic cerebral palsy. *Children*, 7(11), 203.
- Tedroff, K., Löwing, K., & Åström, E. (2009). Effects of intensive training on muscle tone and gross motor function in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 51(2), 117–125.
- Wang, J., Zhai, Y., Liu, N., Zhang, G., & Wang, D. (2025). Adductor strengthening programme improves groin injury risk factors in youth football players. *Research in Sports Medicine*. <https://doi.org/10.1080/15438627.2025.2577893>