

СУЧАСНІ ПІДХОДИ ДО ЗАСТОСУВАННЯ УДАРНО-ХВИЛЬОВОЇ ТЕРАПІЇ ПРИ ПІСЛЯІНСУЛЬТНІЙ СПАСТИЧНОСТІ

Р. А. Вощенко, Г. О. Стельмах, Т. Г. Бакалюк

*Тернопільський національний медичний університет
імені І. Я. Горбачевського МОЗ України*

Статтю присвячено вивченню ефективності ударно-хвильової терапії у пацієнтів з післяінсультною спастичністю. Дослідження, виконані впродовж останнього десятиліття, підтверджують деякі зміни в підходах до реабілітації хворих зі спастичністю після перенесення інсульту. В цьому огляді літератури показано, що ударно-хвильова терапія є ефективним методом при проведенні реабілітації завдяки своєму неінвазивному підходу, відсутності основних побічних ефектів, хорошій переносимості та комплаєнсу з пацієнтами з післяінсультною спастичністю.

MODERN APPROACHES TO THE APPLICATION OF SHOCKWAVE THERAPY IN POST-STROKE SPASTICITY

R. A. Voshchenko, H. O. Stelmakh, T. H. Bakaliuk

I. Horbachevsky Ternopil National Medical University

The article is devoted to the study of the effectiveness of the method of shock wave therapy in patients with post-stroke spasticity. Studies over the past decade have confirmed some changes in approaches to the rehabilitation of spasticity in post-stroke patients. This review of the literature shows that the use of shock wave therapy is an effective method of rehabilitation due to its non-invasive approach, lack of major side effects, good tolerability and compliance with patients with spasticity after stroke.

Вступ. Інвалідність, пов'язана з післяінсультною спастичністю (ПІС), стає важливою проблемою для здоров'я тих, хто переніс інсульт. Щоб мінімізувати ускладнення і дезадаптацію від спастичності, потрібні предиктори та раннє виявлення ПІС [1].

Огляд літератури щодо інсульту та синдрому верхнього рухового нейрона, спастичності, контрактури і підвищення тону м'язів, виміряних за допомогою модифікованої шкали Ashworth та шкали оцінки тону, свідчить про різноманітний перебіг ПІС. Оцінки поширеності ПІС були дуже варіабельними, коливаючись від 4 до 42,6 %, при цьому поширеність спастичності, яка призводила до непрацездатності, коливалась від 2 до 13 %. Також виявлено ознаки ПІС: від 4 до 27 % пацієнтів – у ранній термін (1–4 тижні після інсульту), від 19 до 26,7 % – у післягостру фазу (1–3 місяці після інсульту), від 17 до 42,6 % – у хронічну фазу (>3 місяців після інсульту). Ключовими факторами ризику, які пов'язані з розвитком спастичності, є нижчі бали за індексом Бартела, тяжкий ступінь

парезу, пов'язаний з інсультом больовий синдром та сенсорний дефіцит [2].

Спастичність є поширеним наслідком ураження верхніх рухових нейронів. За даними E. Yang та ін. [3], спастичність часто виникає в перші 4 тижні після інсульту і спостерігається більш ніж в одній третині людей, які перенесли інсульт через 12 місяців.

Розвиток спастичності призводить до зменшення самостійності пацієнта, болю, погіршення настрою та, як наслідок, зниження якості життя. В останні роки з'явився великий арсенал фізичних засобів для зниження тону м'язів, серед них – екстракорпоральна ударно-хвильова терапія (ЕУХТ) [4].

Екстракорпоральна ударно-хвильова терапія – це метод впливу регульованими звуковими ударними хвилями, які фокусуються в заданій ділянці тіла і чинять точно направлений терапевтичний вплив, без ушкодження інших тканин організму [5].

Клінічне застосування ЕУХТ спостерігають при широкому спектрі захворювань, зокрема при опорно-рухових дисфункціях. Останнім часом можна по-

мітити, що перелік показань до використання ЕУХТ постійно розширюється та адаптується до все більш різноманітних за етіологією і патомеханізмом системних захворювань. Проте у світовій науці відзначають відсутність незаперечних доказів, підкріплених передовими дослідженнями, що стосуються спостереження та реєстрації біофізичних механізмів під впливом ЕУХТ-стимуляції при ряді неврологічних розладів, особливо у пацієнтів після перенесення інсульту, які страждають від ураження верхнього рухового нейрона [6]. Таким чином, метою дослідження стали проведення огляду наукової літератури, присвяченої аналізу ефективності ударно-хвильової терапії при ПІС, та представлення сучасного стану знань щодо використання ЕУХТ як доповнення до комплексної реабілітації людей після перенесення інсульту, які страждають від спастичності.

Основна частина. Проаналізувавши наукові публікації, присвячені дослідженню ефективності застосування ударно-хвильової терапії при післяінсультній спастичності, в наукометричних базах даних PubMed, PEDro, Google Scholar протягом 2011–2021 рр. за ключовими словами «muscle spasticity», «shock wave therapy», «hemiparesis», «stroke», ми зосередили увагу на клінічних та методичних аспектах.

Згідно з результатами досліджень фундаментальних наук, ЕУХТ сприяє активації ряду молекулярних та імунологічних реакцій, що призводить до покращення кровообігу, стимуляції ангиогенезу та реакцій неоваскуляризації, а також активації проти-запальних реакцій. Крім того, спостерігали сильні регенеративні властивості ЕУХТ щодо збільшення залучення фібробластів і зниження апоптозу тканин [7]. Було доведено, що ЕУХТ підвищує активацію фактора росту ендотелію судин та нейропротекторні властивості, а також експресію нейротрофіну-3, що покращує нейрогенеративні процеси. Також вона стимулює нейрогенез шляхом збільшення проліферації нервових стовбурових клітин, що може поліпшити функціонування нервової системи [8].

Механізмів дії ЕУХТ на зменшення спастичності ще повністю не досліджено, однак існує кілька гіпотез, які намагаються пояснити ці механізми. Перш за все припускають, що ЕУХТ впливає на синтез оксиду азоту, який відповідає за утворення нових нервово-м'язових з'єднань. Інша гіпотеза стосується зниження збудливості мотонейронів шляхом створення постійного або періодичного тиску на сухожилля за допомогою ЕУХТ. Також є теорія, що ЕУХТ чинить антиспастичну дію, тимчасово порушуючи нервово-м'язову передачу за рахунок індукції рецепторів

ацетилхоліну в нервово-м'язових з'єднаннях [9]. Дослідження *in vivo* на здорових щурах свідчать про те, що ЕУХТ може впливати на нервово-м'язові з'єднання, викликаючи дегенерацію та зменшення кількості ацетилхолінових рецепторів, що, у свою чергу, спричиняє значне зниження максимального потенціалу м'язової дії [10].

L. Mori та ін. [11] встановили, що звуковий імпульс ударних хвиль діє на спастичність м'язів інакше, ніж звичайна вібраційна стимуляція. Одноразове проведення низькоенергетичної ударно-хвильової терапії призводить до значного тривалого зниження м'язового тону при спастичності верхніх кінцівок після перенесення інсульту. Гіпотеза про те, що ударно-хвильова терапія діє специфічно на м'язи, впливає зі спостережуваної відсутності зміни провідності периферичних нервів і збудливості хребта, а також відсутності ознак денервації в м'язах. На функціональному рівні відзначали зменшення балів за шкалою Ashworth із збільшенням діапазону рухів [12].

Існує 2 види ЕУХТ: фокусований та радіальний, при цьому радіальний вид частіше використовують для лікування м'язової спастичності [3]. При радіальній ЕУХТ дисперсія ударної хвилі є більш поверхневою, тоді як фокусована проникає глибше в тканини тіла. Обидва методи лікування викликають різні терапевтичні ефекти через полегшення болю та регенерацію тканин.

G. Li та ін. [13] показали, що радіальна ЕУХТ є ефективною при ПІС із тривалим ефектом як на м'язи-агоністи, так і на м'язи-антагоністи через 4 тижні. Застосування радіальної ЕУХТ полегшує біль, але не має впливу на активну функцію або набряк верхніх кінцівок.

При порівнянні ефективності ботулотоксину та ЕУХТ у зменшенні спастичності серед людей, які перенесли інсульт [14], саме радіальна ЕУХТ виявилась найкращим методом для зменшення спастичності.

Багато інших клінічних досліджень при оцінці впливу ЕУХТ на спастичність м'язів у пацієнтів після перенесення інсульту також продемонструвало, що застосування цієї терапії сприяє зменшенню больового синдрому, покращує м'язову силу, стимулює реваскуляризацію та нейрогенез [5, 9, 13, 15].

Отже, лікування спастичності має 3 основні цілі: поліпшити функцію, зменшити ризик розвитку ускладнень та полегшити біль. Застосування ЕУХТ сприяє реалізації мети реабілітації, оскільки при використанні цієї терапії покращується рухова функція, зменшується біль та відновлюється функціональна незалежність [15].

Хоча механізм терапевтичних ефектів ЕУХТ досі не відомий, більшість опублікованих робіт продемонструвала позитивні та сприятливі ефекти її використання при реабілітації пацієнтів із ПІС, тоді як ускладнення є незначними [1, 3, 4, 11]. Однак на сьогодні не встановлено стандартних параметрів ЕУХТ при спастичності після перенесення інсульту щодо інтенсивності, частоти, локалізації та кількості сеансів. Подальші дослідження, що відповідають найвищим стандартам, необхідні для встановлення рівномірних параметрів м'язової стимуляції за допомогою ЕУХТ [4].

Висновки. В останні роки екстракорпоральну ударно-хвильову терапію було визнано безпечним

та ефективним методом зменшення спастичності м'язів. Відповідні механізми включають утворення оксиду азоту, зниження збудливості моторних нейронів, індукцію дисфункції нервово-м'язової передачі. Екстракорпоральна ударно-хвильова терапія є безпечним методом і не має небажаних побічних ефектів у пацієнтів з післяінсультною спастичністю. Завдяки своєму неінвазивному підходу, відсутності основних побічних ефектів, хорошій переносимості та комплаєнсу з пацієнтами (при правильному застосуванні на основі правильного діагнозу) ударно-хвильова терапія пропонує нові терапевтичні перспективи при реабілітації хворих з післяінсультною спастичністю.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Positive Effects of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Spasticity in Poststroke Patients: A Meta-Analysis / P. Guo, F. Gao, T. Zhao [et al.] // *J. Stroke Cerebrovasc. Dis.* – 2017. – Vol. 26 (11). – P. 2470–2476.
2. Wissel J. Toward an epidemiology of poststroke spasticity / J. Wissel, A. Manack, M. Brainin // *Neurology.* – 2013. – Vol. 80 (3, Suppl. 2). – P. S13–19. doi: 10.1212/WNL.0b013e3182762448.
3. Recent Advances in the Treatment of Spasticity: Extracorporeal Shock Wave Therapy / E. Yang, H. L. Lew, L. Özçakar, C. H. Wu // *J. Clin. Med.* – 2021. – Vol. 10 (20). – P. 4723. doi: 10.3390/jcm10204723.
4. The Current State of Knowledge on the Clinical and Methodological Aspects of Extracorporeal Shock Waves Therapy in the Management of Post-Stroke Spasticity-Overview of 20 Years of Experiences / J. Opara, J. Taradaj, K. Walewicz [et al.] // *J. Clin. Med.* – 2021. – Vol. 10 (2). – P. 261. doi: 10.3390/jcm10020261.
5. Effect of low-energy extracorporeal shock wave on vascular regeneration after spinal cord injury and the recovery of motor function / L. Wang, Y. Jiang, Z. Jiang, L. Han // *Neuropsychiatr. Dis. Treat.* – 2016. – Vol. 12. – P. 2189–2198. doi: 10.2147/NDT.S82864.
6. Extracorporeal shock waves (ESW) as an alternative treatment method for improving the limb muscles' spasticity after cerebral stroke - a systematic review of the literature / R. Dymarek, K. Ptazkowski, L. Słupska [et al.] // *Wiad. Lek.* – 2017. – Vol. 70 (3, pt. 2). – P. 667–676.
7. Extracorporeal Shock Waves Activate Migration, Proliferation and Inflammatory Pathways in Fibroblasts and Keratinocytes, and Improve Wound Healing in an Open-Label, Single-Arm Study in Patients with Therapy-Refractory Chronic Leg Ulcers / I. Aschermann, S. Noor, S. Venturelli [et al.] // *Cell. Physiol. Biochem.* – 2017. – Vol. 41. – P. 890–906. doi: 10.1159/000460503.
8. Cellular signaling pathways modulated by low-intensity extracorporeal shock wave therapy / T. Liu, A. W. Shindel, G. Lin, T. F. Lue // *Int. J. Impot. Res.* – 2019. – Vol. 31. – P. 170–176. doi: 10.1038/s41443-019-0113-3.
9. Long-Term Effects of Extracorporeal Shock Wave Therapy on Poststroke Spasticity: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials / G. Jia, J. Ma, S. Wang [et al.] // *J. Stroke Cerebrovasc. Dis.* – 2020. – Vol. 29. – P. 104591.
10. Degeneration and recovery of the neuromuscular junction after application of extracorporeal shock wave therapy / T. Kenmoku, O. Nobuyasu, S. Ohtori [et al.] // *J. Orthop. Res.* – 2012. – Vol. 30. – P. 1660–1665.
11. Shock waves in the treatment of muscle hypertonia and dystonia / L. Mori, L. Marinelli, E. Pelosin [et al.] // *Biomed. Res. Int.* – 2014. – Vol. 2014. – P. 637450. doi: 10.1155/2014/637450.
12. Manganotti P. Shock wave over hand muscles: a neurophysiological study on peripheral conduction nerves in normal subjects / P. Manganotti, E. Amelio, C. Guerra // *Muscles Ligaments Tendons J.* – 2012. – Vol. 2 (2). – P. 104–107.
13. Effects of radial extracorporeal shockwave therapy on spasticity of upper-limb agonist/antagonist muscles in patients affected by stroke: a randomized, single-blind clinical trial / G. Li, W. Yuan, G. Liu [et al.] // *Age Ageing.* – 2020. – Vol. 49 (2). – P. 246–252. doi: 10.1093/ageing/afz159.
14. Comparative Effectiveness of Botulinum Toxin Injections and Extracorporeal Shockwave Therapy for Post-Stroke Spasticity: A Systematic Review and Network Meta-Analysis / P. C. Hsu, K. V. Chang, Y. H. Chiu [et al.] // *E. Clinical Medicine.* – 2021. – Vol. 4 (43). – P. 101222. doi: 10.1016/j.eclinm.2021.101222.
15. Effectiveness of Shock Wave Therapy as a Treatment for Spasticity: A Systematic Review. / I. M. Martínez, N. Sempere-Rubio, O. Navarro, R. Faubel // *Brain Sci.* – 2020. – Vol. 11 (1). – P. 15. doi: 10.3390/brainsci11010015.

Отримано 31.01.22