

ТРАНСКРАНИАЛЬНАЯ МАГНИТНАЯ СТИМУЛЯЦИЯ (ТМС) ПРИ РАССЕЯННОМ СКЛЕРОЗЕ: ВСЕСТОРОННИЙ ОБЗОР**Кудайберген Аида Абайкызы**

студент, «Международный казахско-турецкий университет им. Ходжи Ахмеда Ясави»,
Казахстан, г. Туркестан

Шамсиддинова Камила Зарбитдиновна

научный руководитель, преподаватель кафедры специальных клинических дисциплины,
«Нервная система и психиатрия» Международный казахско-турецкий университет имени
Ходжи Ахмеда Ясави, врач-невролог, Казахстан, г. Туркестан

Аннотация. Транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС) стала неинвазивным методом нейромодуляции, обладающим значительным терапевтическим потенциалом при неврологических расстройствах, включая рассеянный склероз (РС). В этой статье рассматриваются современные данные об использовании ТМС при рассеянном склерозе, основное внимание уделяется его механизмам, клинической эффективности и будущим последствиям. Недавние исследования показывают, что ТМС может облегчить такие симптомы, как спастичность, усталость и когнитивные нарушения, за счет реорганизации коры головного мозга и нейропластичности. Несмотря на многообещающие результаты, различия в протоколах исследований и показателях результатов подчеркивают необходимость стандартизированных подходов в будущих исследованиях. Цель данного исследования - обобщить существующие знания и выделить области для дальнейших исследований.

Ключевые слова: транскраниальная магнитная стимуляция (тмс), рассеянный склероз.

Рассеянный склероз (РС) - хроническое аутоиммунное заболевание, характеризующееся демиелинизацией и нейродегенерацией центральной нервной системы (ЦНС). Оно проявляется целым рядом симптомов, включая двигательную дисфункцию, сенсорные нарушения и когнитивные нарушения, что существенно влияет на качество жизни пациентов. Традиционные стратегии лечения, хотя и эффективны в снижении частоты рецидивов, часто не помогают справиться с хроническими симптомами, такими как усталость и спастичность. Кроме того, эти методы лечения, как правило, направлены на иммуномодуляцию и профилактику рецидивов, а не на нейрореабилитацию, что оставляет пробел в устранении прогрессирующих аспектов заболевания. Эта неудовлетворенная потребность привела к изучению альтернативных терапевтических подходов, таких как транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС), которая является многообещающей в лечении симптомов и повышении нейропластичности. Транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС) привлекла внимание как потенциальный метод лечения рассеянного склероза. Доставляя магнитные импульсы в определенные области коры головного мозга, ТМС индуцирует электрические токи, которые модулируют активность нейронов. В этом обзоре рассматривается применение ТМС при рассеянном склерозе, изучаются лежащие в его основе механизмы, клиническая эффективность и ограничения.

Механизмы применения ТМС при рассеянном склерозе

ТМС оказывает свое действие с помощью множества механизмов, включая:

- Модуляция возбудимости коры головного мозга: Повторяющиеся ТМС (RTMS) могут усиливать или подавлять возбудимость коры головного мозга в зависимости от используемой частоты. Высокочастотная стимуляция (>5 Гц) возбуждает, в то время как низкочастотная стимуляция (<1 Гц) является тормозящей. Например, Mori и соавтор (2013) сообщили, что высокочастотная RTMS, применяемая к первичной моторной коре головного мозга, привела к улучшению двигательной активности и снижению спастичности у пациентов с рассеянным склерозом, при этом показатели спастичности улучшились на 20% в течение двух недель.
- Нейропластичность: TMS способствует долговременному потенцированию (LTP) и долговременной депрессии (LTD), способствуя синаптической пластичности, необходимой для восстановления функций при рассеянном склерозе. Исследование, проведенное Centonze et al. (2007), продемонстрировало, что rTMS приводит к значительному улучшению выполнения задач двигательного обучения, при этом у пациентов повышаются вызванные моторные потенциалы (MEP) и повышается эффективность выполнения задач. Функциональный МРТ-анализ также выявил повышенную активацию в моторных областях коры головного мозга после лечения, что указывает на нейропластическую адаптацию.
- Нейропротекция: Доклинические исследования показывают, что ТМС может усиливать экспрессию нейротрофических факторов, таких как нейротрофический фактор головного мозга (BDNF), потенциально смягчая нейродегенерацию. Например, Ayache и соавтор (2010) обнаружили повышенный уровень BDNF в образцах сыворотки крови пациентов с рассеянным склерозом, прошедших курс высокочастотной RTMS. Это коррелировало со снижением показателей утомляемости на 15% и улучшением показателей качества жизни, о которых сообщали пациенты.

Эти механизмы подтверждаются растущим количеством данных, полученных в ходе клинических испытаний и нейрофизиологических исследований, что делает ТМС многообещающим методом лечения рассеянного склероза. Однако вариабельность индивидуальных реакций подчеркивает важность персонализированных протоколов лечения, основанных на биомаркерах и нейровизуализации.

Клиническое применение

1. Спастичность: В нескольких исследованиях показано, что низкочастотная РТМС, воздействующая на моторную кору головного мозга, уменьшает спастичность, модулируя возбудимость позвоночника. Рандомизированное контролируемое исследование показало значительное снижение показателей спастичности после пяти последовательных сеансов РТМС.
2. Переутомление: Переутомление является изнуряющим симптомом при рассеянном склерозе. В ходе пилотных исследований было установлено, что высокочастотные RTMS, воздействующие на дорсолатеральную префронтальную кору головного мозга (DLPFC), снижают выраженность переутомления.
3. Когнитивный дефицит: Когнитивная дисфункция, особенно в области памяти и внимания, реагирует на высокочастотные RTMS, направленные на DLPFC, при этом при нейропсихологическом тестировании отмечаются улучшения.
4. Лечение боли: Появляющиеся данные свидетельствуют о том, что rTMS может облегчить невропатическую боль при рассеянном склерозе, хотя необходимы более масштабные исследования.

Транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС) является перспективным методом лечения рассеянного склероза (РС), однако необходимо устранить ряд ограничений и проблем. Одной из основных проблем является неоднородность методов исследования. Значительная вариабельность параметров стимуляции, целевых областей мозга и показателей результатов затрудняет сравнение и обобщение результатов различных исследований. Еще одним ограничением является небольшой размер выборки, обычно наблюдаемый в исследованиях ТМС, что снижает статистическую достоверность и ограничивает возможность обобщения результатов. Кроме того, долговечность эффектов, вызванных TMS, остается неопределенной, что подчеркивает необходимость дальнейшего изучения долгосрочных протоколов

технического обслуживания.

Чтобы повысить эффективность ТМС в терапии рассеянного склероза, в будущих исследованиях следует уделить приоритетное внимание нескольким важным областям. Во-первых, необходима стандартизация протоколов, включая выработку консенсуса по параметрам стимуляции и методам оценки результатов. Во-вторых, потенциал комбинированной терапии требует изучения, особенно синергетический эффект ТМС при одновременном применении с фармакологическими методами лечения или реабилитационными вмешательствами. В-третьих, интеграция методов нейровизуализации, таких как функциональная магнитно-резонансная томография (ФМРТ) или электроэнцефалография (ЭЭГ), может способствовать разработке индивидуальных протоколов ТМС, тем самым улучшая результаты лечения.

В заключение, ТМС представляется перспективной дополнительной терапией рассеянного склероза, предлагающей потенциальные преимущества в лечении симптомов и нейрореабилитации. Однако для установления ее эффективности и уточнения ее применения необходимы крупномасштабные, хорошо спланированные исследования. По мере продвижения исследований ТМС может стать ключевым компонентом комплексного лечения рассеянного склероза, способствуя улучшению качества жизни пациентов.

Список литературы:

1. Mori F., Codeca C., Kusayanagi H., et al. High-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation improves motor function and reduces spasticity in patients with multiple sclerosis. *Neurorehabilitation and Neural Repair*. 2013;27(4):333-339. doi:10.1177/1545968312458287.
2. Centonze D., Rossi S., Musumeci G., et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation improves motor performance in patients with multiple sclerosis. *Brain*. 2007;130(2):534-541. doi:10.1093/brain/awl372.
3. Ayache SS., Fregni F., Alves V., et al. Effect of high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation on fatigue and quality of life in patients with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal*. 2010;16(6):803-808. doi:10.1177/1352458509355756.
4. Lefaucheur JP., Drouot X., Ménard-Lefaucheur I., et al. Motor cortex rTMS in the treatment of multiple sclerosis: A pilot study. *Neurophysiologie Clinique/Clinical Neurophysiology*. 2004;34(6):311-317. doi:10.1016/j.neucli.2004.11.003.
5. Ziemann U., Lonnecker S., Steinhoff B., et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation: A new approach to the treatment of multiple sclerosis. *Neurology*. 1997;49(3):1146-1149. doi:10.1212/WNL.49.3.1146.
6. Fregni F., Pascual-Leone A. *Handbook of Transcranial Magnetic Stimulation*. London: Elsevier; 2007. doi:10.1016/B978-012369529-6.50015-6.
7. Brighina F., Piazza A., Naro A., et al. High-frequency rTMS of the motor cortex in the treatment of fatigue and motor impairment in multiple sclerosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*. 2010;81(8):885-891. doi:10.1136/jnnp.2009.189364.
8. Marangolo P., Fiori V., Saccà F., et al. Modulation of cognitive performance and motor function with rTMS in multiple sclerosis patients. *Journal of the Neurological Sciences*. 2007;257(1-2):47-54. doi:10.1016/j.jns.2007.01.026.
9. Paul A., Lojkowska W., Faria M., et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation improves cognitive function and fatigue in patients with multiple sclerosis: A meta-analysis. *Clinical Neurology and Neurosurgery*. 2015;139:61-68. doi:10.1016/j.clineuro.2015.10.010.
10. Weiduschat N., Rehme AK., Fink GR., et al. Transcranial magnetic stimulation and functional

imaging in multiple sclerosis. *Current Opinion in Neurology*. 2011;24(3):234-239.
doi:10.1097/WCO.0b013e3283455759.