

УДК 615.847.8-08+616.8

А. А. Бєляєв,
О. І. Ісайкова,
А. С. Сон, *д-р мед. наук, проф.*

ЛІКУВАЛЬНІ ЕФЕКТИ ТРАНСКРАНІАЛЬНОЇ МАГНІТНОЇ СТИМУЛЯЦІЇ ПРИ ЗАХВОРЮВАННЯХ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

Одеський національний медичний університет

Вступ та історична довідка

Даний огляд присвячено методу транскраніальної магнітної стимуляції (ТМС). Для пошуку ми використовували базу даних pubmed, а також тематичні матеріали, які є у вільному доступі в мережі Інтернет. Перевага віддавалася роботам з лікувального застосування ТМС при захворюваннях нервової системи.

У 1985 р. Antony Barker і його колеги Reza Jalinous і Ian Freeston з Шеффілдського університету у Великобританії провели відомий експеримент із впливом магнітного поля на рухові центри кори головного мозку. З'ясувалося, що короткі магнітні імпульси викликають мимовільні скорочення м'язів кінцівок при направленні цих імпульсів на рухові центри кори головного мозку [10]. Перші кроки у вивченні лікувального ефекту ТМС були зроблені на початку 90-х років, коли з'явилися праці, де відзначався позитивний вплив магнітної стимуляції у хворих на депресивний розлад, а пізніше з'явилися дослідження щодо лікування за методом ТМС

інших захворювань нервової системи [29].

Транскраніальна магнітна стимуляція — безболісний і неінвазивний метод нейростимуляції, що базується на принципах електромагнітної індукції. Апарат для магнітної стимуляції складається з одного або кількох конденсаторів великої ємності, заряджених від джерела живлення, коробки, до якої приєднана за допомогою електричного кабеля котушка (індуктор). У відповідь на потужний короткий магнітний імпульс у нервовій тканині утворюється потенціал дії, яка передається на сусідні структури і поступово включає весь ланцюг процесу стимуляції (наприклад, рух правої кисті у відповідь на стимуляцію лівої моторної ділянки) [19]. Електричне поле, яке утворюється в мозку, збуджує або гальмує нейрональні структури, розташовані під індукційною котушкою.

Транскраніальна магнітна стимуляція має кілька параметрів: вона може бути одиночною (сеанс складається з одного магнітного імпульсу — single pulse TMS), повторюваною (імпульси йдуть через рівні проміжки часу — repetitive TMS); повто-

рювана ТМС (пТМС) може бути низькочастотною (частота імпульсів ≤ 1 Гц) і високочастотною (частота імпульсів > 1 Гц) [26].

Досі остаточно не з'ясовано механізм довготривалих змін, викликаних використанням ТМС. Існує гіпотеза, що в основі тривалих змін стану нервової системи під дією магнітної стимуляції лежать процеси нейропластичності, такі як Long-term potentiation (LTP, або *посттетапічна потенціація* у вітчизняній літературі) та Long-term depression (LTD, або *посттетапічна депресія*). Повторювана стимуляція нейронів на низькій частоті приводить до тривалого інгібування міжнейронних зв'язків, а високочастотна стимуляція може прискорити міжнейронну комунікацію. Вважається, що феномени LTP і LTD пояснюють тривалі благодійні ефекти не всіх існуючих протоколів ТМС [19].

У 2007 р. Управління з санітарного нагляду за якістю харчових продуктів і медикаментів (Food and Drug Administration — FDA) США прийняло методику ТМС для лікування хворих на генералізовану депресію [26]. Важливо вказати, що ТМС набула широкого застосування як

терапевтичний метод при лікуванні патологічних психіатричних станів, серед яких, окрім депресії, є також шизофренія, obsesивно-компульсивний і посттравматичний стресовий розлад, манія, гіпоманія та деякі інші захворювання [22; 29].

Сьогодні ТМС застосовується як лікувальний і діагностичний засоби при різноманітній патології в неврології: інсульт і його наслідки, розсіяний склероз, нейродегенеративні захворювання (хвороба Альцгеймера, хвороба Паркінсона), мігрень, епілепсія, ураження периферичної нервової системи (невропатії, невралгії), хронічна ішемія мозку (ХІМ), шум у вухах і деякі інші патологічні стани [22].

Інсульт

За даними Всесвітньої федерації неврологічних товариств, щороку у світі реєструють не менше 16 млн інсультів, після яких близько 7 млн пацієнтів помирають [2].

За час існування методики ТМС і з моменту вивчення магнітної стимуляції як засобу нейрореабілітації проведено велику кількість досліджень, присвячених вивченню лікувального ефекту ТМС при інсульті. У роботі Z. Nao et al. (2013) проаналізовано 19 рандомізованих досліджень щодо лікувального ефекту магнітної стимуляції на рухові порушення у хворих, які перенесли інсульт [17]. Автори дійшли висновку, що ще недостатньо даних для повсякденного застосування ТМС у хворих на інсульт, у цьому напрямі бажано провести більше рандомізованих досліджень. У роботі N. Yozbatiran et al. (2009) доведено безпечність використання ТМС у хворих, які перенесли інсульт [30].

E. Khedr et al. (2009) вказують на поліпшення рухової активності та зменшення слабкості в паретичних кінцівках після стимуляції моторної кори неушкодженої півкулі з частотою 1 Гц і ушкодженої півкулі з

частотою 3 Гц протягом 5 днів щодня [20].

О. В. Шинкоренко (2012) отримано дані щодо використання ТМС у гострому періоді інсульту, які показують, що застосування цього методу у комплексному лікуванні хворих у гострому періоді ішемічного інсульту достовірно сприяє регресу ступеня геміпарезу, покращує повсякденну активність і функціональну незалежність [8]. У роботі В. В. Кузнецова і Н. А. Скачковой (2013) зазначається, що курсове застосування ТМС, яка включала і периферичну магнітну стимуляцію, окрім відновлення порушених рухових функцій після інсульту за рахунок покращання функціонального стану пірамідного тракту, покращує церебральну гемодинаміку та реорганізацію частотно-інтеграційних показників основних біоелектричних ритмів [6].

Також досліджувався лікувальний ефект магнітної стимуляції при мовних порушеннях у вигляді афазії після перенесеного інсульту. Зокрема, в одному з досліджень описується застосування низькочастотної (1 Гц) пТМС, спрямованої на проекцію зони Брока неушкодженої півкулі. Згідно з результатами цього дослідження, при використанні ТМС спільно з логопедичною терапією відновлення мови відбувається достовірно швидше, ніж при використанні тільки логопедичної терапії [24].

Транскраніальна магнітна стимуляція при хронічній ішемії головного мозку

Згідно з існуючими уявленнями, ХІМ — це результат повільно прогресуючої недостатності кровопостачання, яка призводить до розвитку множинних дрібноосередкових некрозів мозкової тканини, зумовлює наростання порушення функцій головного мозку й етіологічно пов'язана з багатьма факторами [5].

У роботі С. Е. Григорьевой (2007) показано, що ТМС — ефективний метод лікування когнітивних порушень при комплексному лікуванні пацієнтів з дисциркуляторною енцефалопатією. При цьому вплив ТМС на когнітивні функції у хворих на ХІМ залежить від параметрів стимуляції — курсу низькоінтенсивної високочастотної (0,3 Тл, 30 Гц) ТМС лівої префронтальної ділянки статистично достовірно позитивно впливає на когнітивні функції, особливо на пам'ять і увагу, а високоінтенсивна низькочастотна (1,6 Тл, 1 Гц) ТМС лівої префронтальної ділянки суттєво не впливає на когнітивні функції незалежно від стадії захворювання. Важливим є те, що терапевтичний вплив ТМС спостерігається вже після першої процедури, але найбільший позитивний ефект досягається після курсового лікування з 10 сеансів. За результатами цього дослідження зроблено висновок, що курсова низькоінтенсивна високочастотна ТМС лівої префронтальної ділянки статистично достовірно ($p < 0,05$) позитивно впливає на когнітивні функції хворих на ХІМ, особливо на пам'ять і увагу [4].

Епілепсія

Стимуляція кори головного мозку при епілепсії ґрунтується на ефекті пригнічення або припинення епілептичної активності при стимуляції різних антиепілептогенних зон [1]. У сучасній літературі згадують про стимуляцію різних структур кори головного мозку. Так, за метааналізом W. Y. Hsu et al. (2011), який підсумовує клінічні дані застосування ТМС при епілепсії, найчастіше зонами стимуляції були ділянка вертекса й епілептичний осередок [18]. Л. С. Годлевский и соавт. (2006) вказують, що ТМС спричинює переважно гальмівні ефекти щодо судомних проявів, у тому числі й при фармакорезистентній епілепсії. Зазначається, що реалізація ефектів ТМС здійснюється

ся за рахунок підвищення функціональної активності ГАМК-ергічної системи й оптимізації діяльності структур антиепілептичної системи [3].

Вивчення впливу магнітної стимуляції на пароксизмальний мозок — досить неоднозначне, тому що пТМС властива така грізна побічна дія, як індуковані судомні напади. Знайдено дані, що всього зареєстровано 16 індукованих судомних нападів [26]: 6 — у здорових випробовуваних, 5 — у хворих на епілепсію, а решта 5 були у пацієнтів із різними непароксизмальними психоневрологічними порушеннями. Вважається, що ймовірність появи індукованого судомного нападу становить 1,4 %, при цьому дотримання правил безпечного використання ТМС зводить ризик появи судомних нападів до мінімуму [9].

У роботі J.-P. Lefaucheur et al. (2014) проаналізовані дослідження, присвячені впливу ТМС на частоту епілептичних нападів, а також щодо змін ЕЕГ-патерну [22]. Через значну гетерогенність досліджуваних робіт недостатньо даних для вирішення питання щодо ефективності ТМС при епілепсії, але існуючі позитивні результати низькочастотної ТМС при фокальній кортикальній дисплазії дозволяють продовжити дослідження у цьому напрямі.

Мігрень

Мігрень — одна з найпоширеніших причин головного болю. Існують дослідження, присвячені як діагностиці, так і лікуванню мігрені за допомогою ТМС.

Зокрема, доведено можливість зменшувати інтенсивність мігренозної атаки до повного її зникнення шляхом стимуляції потиличної ділянки. У відкритому багатоцентровому рандомізованому плацебо-контрольованому дослідженні брали участь 164 пацієнти з мігренню з ауорою [21]. У хворих, які одержували магнітну стимуляцію під час нападу мігрені, стан ре-

місії між нападами збільшився на 48 год. На такі симптоми, як нудота, фото- та фонофобія, впливу не виявлено.

Лишається відкритим питання щодо оптимальної точки стимуляції при мігрені. У роботі В. М. Clarke et al. (2006) показана ефективність магнітної стимуляції одиночними стимулами больової зони (місце, у якому пацієнти відчували найбільшу болючість) під час нападу мігрені [13]. А. В. Conforto et al. (2013) досліджували ефективність високочастотної пТМС при хронічній мігрені [14]. Зазначається, що стимуляція префронтальної кори у хворих на хронічну мігрень, без значних проявів депресивного розладу, мала ефект, аналогічний такому у групі, яка отримувала плацебо. Тому можна зробити висновок, що стимуляція моторної кори, ефективність якої доведена в інших дослідженнях [22], більш доцільна у хворих на хронічну мігрень.

Хвороба Паркінсона

Вивчення терапевтичної дії ТМС при хворобі Паркінсона — це цілий пласт наукових даних і гіпотез [12]. В одному з досліджень указується, що пТМС моторної кори, як і дорсолатеральної префронтальної кори (ДЛПФК), може стимулювати вивільнення допаміну у хвостатому ядрі, даючи ймовірне пояснення сприятливих впливів у пацієнтів з хворобою Паркінсона [28].

У відкритому випробуванні J. Mally і T. W. Stone (1999) використовували 30 одиничних імпульсів один або два рази на день протягом 7–10 днів [23]. У групи, що одержувала стимуляцію двічі на день, відзначалося статистично істотне, залежне від інтенсивності покращання, що тривало кілька місяців після лікування.

У дослідженні Y. H. Chou et al. (2014) проаналізовано статті щодо вивчення лікувального ефекту ТМС при рухових порушеннях хвороби Паркінсона [12]. Досліджено 20 робіт, які

охопили разом 470 пацієнтів. Згідно з результатами аналізу, зроблено висновок, що високочастотна стимуляція нижніх відділів премоторної кори покращує рухові функції у пацієнтів із хворобою Паркінсона.

Також досліджувався вплив високочастотної магнітної стимуляції на спритність руки і почерк у пацієнтів із хворобою Паркінсона. Результати даного дослідження показують, що пТМС частотою 5 Гц на зону моторної кори може благодійно впливати на кілька ключових аспектів почерку [25].

Деменції

Застосовують ТМС і при корекції когнітивних порушень. Здебільшого досліджується у цьому напрямі хвороба Альцгеймера.

Вважається, що фізіологічна основа поліпшення когнітивних функцій у хворих з деменцією — ефект довготривалого потенціювання [16].

Так, група вчених при стимуляції ДЛПФК (частотою 20 Гц) демонструвала випробуваним картинку з просьбою описати їх кількома словами. Пацієнти краще називали предмети на картинках при стимуляції лівої та правої кори ДЛПФК, а при плацебо-стимуляції такий ефект був відсутній [15].

Також було проведено цікаве дослідження, у якому магнітній стимуляції з частотою 10 Гц піддавали 6 різних зон кори головного мозку, відповідно до превалюючого типу когнітивних порушень [11]. Це права і ліва ДЛПФК, права і ліва парієтальна асоціативна кора, зони Брока і Верніке. Повторювану ТМС проводили протягом 6 тиж. загальною кількістю 30 сеансів. Результати дослідження вказують на стійке поліпшення когнітивних функцій за шкалою ADAS-COG через 6 тиж. і через 4,5 міс., а за шкалою MMSE — тільки через 6 тиж.

Застосування транскраніальної магнітної стимуляції при невропатичному болю і фіброміалгії

Роботи деяких дослідників показують, що магнітна стимуляція в ділянці моторної кори частотою 10 Гц протягом 10 хв знижує інтенсивність хронічного болю при фіброміалгії, а також зменшує вираженість депресії (оцінювали за шкалою Гамільтона), пов'язаної з болем [27].

Магнітна стимуляція використовується для лікування різних уражень периферичної нервової системи, таких як неврит лицьового нерва, неврит слухового нерва, невралгія трійчастого нерва. Розроблено протокол лікування непароксизмальних прозопалгій під час загострення з використанням низькочастотної ТМС лівої передньотім'яної ділянки. Указується стійке зменшення болю вже після перших сеансів [7].

Підсумок

Транскраніальна магнітна стимуляція — це неінвазивний і безболісний метод, який застосовується для лікування захворювань нервової системи. Транскраніальна магнітна стимуляція безпечна для пацієнта, якщо дотримуються правила безпечного її застосування. При низькочастотній стимуляції, яка використовується для лікування мігрені з аурую та епілепсії, можливість виникнення індукованої побічної дії мінімальна. Розроблені правила безпечної для пацієнта високочастотної ТМС, яка застосовується у лікуванні наслідків інсульту, дисциркуляторної енцефалопатії та дегенеративних захворювань нервової системи, дозволяють уникнути небажаних ефектів.

З позицій доказової медицини, за останніми даними Міжнародної федерації клінічних нейрофізіологів, до класу А (I) доказовості належать анагетичний ефект високочастотної ТМС при стимуляції моторної кори при хронічному болю (фіброміалгія, невропатичний біль) й антидепресивний ефект високочастотної стимуляції лівої ДЛПФК; до класу В (II) — низькочастотна стимуляція неуразованої півкулі при рухових порушеннях після інсульту й антидепресивний ефект низькочастотної стимуляції правої ДЛПФК; до класу С (III) — більшість існуючих протоколів ТМС [22].

Завдяки вивченню терапевтичних можливостей ТМС збільшується спектр патологічних станів, при яких вона використовується. Нині доведено доцільність застосування ТМС для лікування рухових і мовних порушень після перенесеного інсульту з використанням протоколу стимуляції ураженої та неуразованої півкуль. Також доведена ефективність застосування пТМС у гострому періоді інсульту. Ведуться дослідження щодо термінів початку лікування, кількості стимулів за сеанс і кількості сеансів. Доведено ефективність використання різних протоколів ТМС залежно від частоти: при лікуванні дегенеративних захворювань і хронічної ішемії мозку застосовують високочастотну стимуляцію; при лікуванні пароксизмальних станів — низькочастотну стимуляцію; при лікуванні наслідків інсульту та черепно-мозкових травм використовують низько- і високочастотну стимуляцію.

Проведений нами огляд літератури дозволяє дійти висновку, що ТМС ефективна при різних захворюваннях нервової

системи і може використовуватися як терапевтичний метод для їх лікування. При цьому й досі залишається багато невирішених питань у застосуванні лікувальної дії ТМС при захворюваннях нервової системи, що потребує подальших досліджень цієї проблеми.

ЛІТЕРАТУРА

1. Жилінська Г. В. Експериментальне та клінічне обґрунтування застосування транскраніальної магнітної стимуляції в лікуванні хворих з фармако-резистентними формами епілепсії / Г. В. Жилінська, Л. Л. Чеботарьова // Український вісник психоневрології. – 2003. – Т. 11, № 3 (36). – С. 14–19.
2. Лисенюк В. П. Застосування транскраніальної магнітної стимуляції для кількісної оцінки порушень рухових функцій і медичної реабілітації постінсультних хворих / В. П. Лисенюк, О. П. Балицький, Н. І. Самосюк // Международный неврологический журнал. – 2012. – № 8 (54). – С. 50–59.
3. Годлевский Л. С. Стимуляция мозга: механизмы прекращения судорожной активности / Л. С. Годлевский, Е. В. Кобелев, И. В. Смирнов. – Одесса : Нептун-Технология, 2006. – 184 с.
4. Григорьева С. Е. Влияние транскраниальной магнитной стимуляции на когнитивные функции больных с дисциркуляторной энцефалопатией : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. мед. наук : спец. 14.00.13 «Нервные болезни» / С. Е. Григорьева. – М., 2007. – 20 с.
5. Крылова В. Ю. Хроническая ишемия мозга / В. Ю. Крылова, Т. И. Насонова, Н. С. Турчина // Международный неврологический журнал. – 2007. – № 3. – С. 31–35.
6. Кузнецов В. В. Анализ влияния ритмической транскраниальной и периферической магнитной стимуляции на функциональное состояние головного мозга и сердечно-сосудистую систему пациентов, перенесших инсульт / В. В. Кузнецов, Н. А. Скачкова // Журнал неврологии им. Б. Н. Маньковского. – 2013. – № 1. – С. 43–48.
7. Мамедов Т. Р. Эффективность лечения обострений хронических неврогенных пароксизмальных прозопалгий методом транскраниальной магнитной стимуляции : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. мед.

наук : спец. 14.00.13 «Нервные болезни» / Т. Р. Мамедов. – М., 2005. – 20 с.

8. Шинкоренко О. В. Реабилитация пациентов с ишемическим инсультом в остром периоде [Электронный ресурс] / О. В. Шинкоренко. – Режим доступа : <http://www.sworld.com.ua/index.php/ru/conference/the-content-of-conferences/archives-of-individual-conferences/december-2012>.

9. Bae E. H. Safety and tolerability of repetitive transcranial magnetic stimulation in patients with epilepsy: A review of the literature / E. H. Bae, L. M. Schrader, K. Machii [et al.] // *Epilepsy Behav.* – 2007. – Vol. 10. – P. 521–528.

10. Barker A. T. Noninvasive magnetic stimulation of the human motor cortex / A. T. Barker, R. Jalinous, I. L. Freeston // *Lancet.* – 1985. – Vol. 1, N 8437. – P. 1106–1107.

11. Beneficial effect of repetitive transcranial magnetic stimulation combined with cognitive training for the treatment of Alzheimer's disease: a proof of concept study / J. Bentwich, E. Dobronevsky, S. Aichenbaum [et al.] // *Neural Transm.* – 2011. – Vol. 118. – P. 463–471.

12. Effects of Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation on Motor Symptoms in Parkinson Disease. A Systematic Review and Meta-analysis / Y. Chou, P. T. Hickey, M. Sundman [et al.] // *JAMA Neurol.* – 2015. – Vol. 72 (4). – P. 432–440.

13. Transcranial magnetic stimulation for migraine: clinical effects / B. M. Clarke, A. R. M. Upton, M. V. Kamath [et al.] // *Headache Pain.* – 2006. – Vol. 7, N 5. – P. 341–346.

14. Randomized, proof-of-principle clinical trial of active transcranial magnetic stimulation in chronic migraine / A. B. Conforto, E. Jr. Amaro, A. L. Goncalves [et al.] // *Cephalalgia.* – 2014. – Vol. 34 (6). – P. 464–472.

15. Transcranial magnetic stimulation improves naming in Alzheimer disease patients at different stages of cognitive decline / M. Cotelli, R. Manenti, S. Cappa [et al.] // *Eur J Neurol.* – 2008. – Vol. 15. – С. 1286–1292.

16. Guse B. Cognitive effects of high-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation: a systematic review / B. Guse, P. Falkai, T. Wobrock // *Neural Transm.* – 2010. – Vol. 117. – P. 105–122.

17. Repetitive transcranial magnetic stimulation for improving function after stroke / Z. Hao, D. Wang, Y. Zeng, M. Liu // *Cochrane Database Syst Rev.* – 2013. – Vol. 5. – CD008862.

18. Antiepileptic effects of low frequency repetitive transcranial magnetic stimulation: A meta-analysis / W. Hsu, C. Cheng, Y. Zeng, M. Lin // *Epilepsy Res.* – 2011. – Vol. 96. – P. 231–240.

19. Huerta P. Transcranial magnetic stimulation, synaptic plasticity and network oscillations / P. Huerta, B. Volpe // *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation.* – 2009. – Vol. 6. – P. 10.

20. Role of 1 and 3 Hz repetitive transcranial magnetic stimulation on motor function recovery after acute ischaemic stroke / E. Khedr, M. Abdel-Fadeil, A. Farghali, M. Qaid // *Eur J Neurol.* – 2009. – Vol. 12. – P. 1323–1330.

21. Single-pulse transcranial magnetic stimulation for acute treatment of migraine with aura: a randomised, double-blind, parallel-group, sham-controlled trial / R. B. Lipton, D. W. Dodick, S. D. Silberstein [et al.] // *Lancet Neurol.* – 2010. – Vol. 9. – P. 373–380.

22. Evidence-based guidelines on the therapeutic use of repetitive transcranial magnetic stimulation (rTMS) / J. Lefaucheur, N. André-Obadia, A. Antal [et al.] // *Clinical Neurophysiology.* – 2014. – Vol. 125. – P. 2150–2206.

23. Mally J. Therapeutic and “dose-dependent” effect of repetitive microelec-

troshock induced by transcranial magnetic stimulation in Parkinson's disease / J. Mally, T. W. Stone // *J Neurosci Res.* – 1999. – Vol. 57. – P. 935–940.

24. Naeser M. A. Transcranial magnetic stimulation and aphasia rehabilitation / M. A. Naeser, P. I. Martin, M. Ho // *Arch Phys Med Rehabil.* – 2012. – Vol. 93, Suppl. 1. – P. S26–S34.

25. Randhawa B. K. Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation Improves Handwriting in Parkinson's Disease / B. K. Randhawa, B. G. Farley, L. A. Boyd // *Parkinsons Dis.* – 2013. – Vol. 2013. – P. 9.

26. Rossi S. Safety, ethical considerations, and application guidelines for the use of transcranial magnetic stimulation in clinical practice and research / S. Rossi, M. Hallett, P. M. Rossini // *Clin Neurophysiol.* – 2009. – Vol. 120. – P. 2008–2039.

27. Short E. B. 10 Sessions of Adjunctive Left Prefrontal rTMS Significantly Reduces Fibromyalgia Pain: A Randomized, Controlled, Pilot Study / E. B. Short, J. J. Borckardt, B. S. Anderson // *Pain.* – 2011. – Vol. 152 (11). – P. 2477–2484.

28. Striatal dopamine release induced by repetitive transcranial magnetic stimulation of the human motor cortex / A. P. Strafella, T. Paus, M. Fraraccio, A. Dagher // *Brain.* – 2003. – Vol. 126. – P. 2609–2615.

29. Wassermann E. M. Transcranial magnetic brain stimulation: therapeutic promises and scientific gaps / E. M. Wassermann, T. Zimmermann // *Pharmacol Ther.* – 2012. – Vol. 133 (1). – P. 98–107.

30. Yozbatiran N. Safety and Behavioral Effects of High-Frequency Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation in Stroke / N. Yozbatiran, M. Alonso-Alonso, J. See // *Stroke.* – 2009. – Vol. 40. – P. 309–312.

УДК 615.847.8-08+616.8

А. А. Беляев, О. І. Ісайкова, А. С. Сон

ЛІКУВАЛЬНІ ЕФЕКТИ ТРАНСКРАНІАЛЬНОЇ МАГНІТНОЇ СТИМУЛЯЦІЇ ПРИ ЗАХВОРЮВАННЯХ НЕРВОВОЇ СИСТЕМИ

Подано огляд літератури, у якому стисло вказані основні напрями розвитку лікувального використання безболісного неінвазивного методу — транскраніальної магнітної стимуляції. Зазначено, що транскраніальна магнітна стимуляція як лікувальний метод застосовується при гострому інсульті та його наслідках, дисциркуляторній енцефалопатії, мігрені, епілепсії, хворобах Паркінсона і Альцгеймера, ураженнях периферичної нервової системи та шумі у вухах.

Ключові слова: транскраніальна магнітна стимуляція, неврологія, ефективність, застосування.

UDC 615.847.8-08+616.8

A. A. Bielyayev, O. I. Isaykova, A. S. Son

THERAPEUTIC EFFECTS OF TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION OF THE NERVOUS DISEASES

It is presented an overview of the literature, which shortly highlights main trends of the medical use of safe and non-invasive method — transcranial magnetic stimulation. It is indicated that transcranial magnetic stimulation is used in acute stroke and its consequences as a method of treatment, as well as dyscirculatory encephalopathy, migraine, epilepsy, Parkinson disease, Alzheimer disease, lesions of the peripheral nervous system and the noise in the ears.

Key words: transcranial magnetic stimulation, neurology, efficiency, application.