

УДК 616.831-005.4-08:615.84

ЛИСЕНЮК В.П.¹,САМОСЮК Н.І.²,БАЛИЦЬКИЙ О.П.¹¹Національний медичний університет імені О.О. Богомольця, м. Київ²Національна медична академія післядипломної освіти ім. П.Л. Шупика, м. Київ

ЗАСТОСУВАННЯ ТРАНСКРАНІАЛЬНОЇ МАГНІТНОЇ СТИМУЛЯЦІЇ ДЛЯ КІЛЬКІСНОЇ ОЦІНКИ ПОРУШЕНЬ РУХОВИХ ФУНКЦІЙ І МЕДИЧНОЇ РЕАБІЛІТАЦІЇ ПОСТІНСУЛЬТНИХ ХВОРИХ

Резюме. На підставі літературних даних і результатів власних досліджень авторів аналізуються можливості транскраніальної магнітної стимуляції як для об'єктивної оцінки порушень моторики, так і для відновлення рухових функцій у постінсультних хворих у процесі реалізації реабілітаційних програм. Звертається увага на велику кількість робіт, що описують ту або іншу особливість дії транскраніальної магнітної стимуляції, і невелику кількість тих, у яких містилися б дані щодо використання цього методу в реабілітації хворих, які перенесли мозковий інсульт. У статті наводиться також авторська методика застосування транскраніальної магнітної стимуляції з синхронним електричним впливом на м'язи кінцівок у хворих у гострому та ранньому відновлювальному періодах ішемічного інсульту, усього 87 спостережень.

Ключові слова: транскраніальна магнітна стимуляція, медична реабілітація, мозковий інсульт.

Вступ

За даними експертів ВООЗ, цереброваскулярні захворювання посідають третє місце в структурі причин смертності (11–15 %). Кожен рік у світі близько 16 млн осіб переносять мозковий інсульт, із них 7 млн помирають, ще 6 млн осіб залишаються зі стійкими порушеннями функціональної дієздатності [42]. Ускладнення включають рухові (50–83 %), пізнавальні (50 %) і мовні (25–36 %) порушення [38]. Інсульт обумовлює також психологічні зміни в пацієнтів (20 %), нейропатичний біль (8 %), епілептичні напади (10 %) тощо. Крім того, 33–42 % хворих після перенесеного інсульту через 3–6 років усе ще потребують сторонньої допомоги [32].

В Україні щорічно реєструється близько 100–120 тис. нових випадків мозкового інсульту (30 % з них виникає у людей працездатного віку), і тільки близько 15 % післяінсультних хворих повертаються до активного життя та всього 10 % — до попередньої роботи [3, 12, 15, 24].

У вирішенні проблеми мозкового інсульту перспективні декілька напрямків:

- профілактика його виникнення;
- ефективне лікування в гострому періоді;
- максимально можлива медико-соціальна реабілітація хворих, які перенесли порушення мозкового кровообігу, та профілактика повторних судинних катастроф.

Найбільш значні результати досягнуті в деяких країнах (Фінляндія, Австрія, Литва, США) за рахунок вирішення першого напрямку, тобто зниження загальної захворюваності на серцево-судинні та цереброваскулярні захворювання шляхом контролю АТ, усунення модифікованих факторів ризику, що призвело до зниження частоти церебрального інсульту на 25–40 %. На жаль, у країнах, що розвиваються, за останнє десятиріччя частота інсульту більше ніж подвоїлась [12].

Щодо другого напрямку, тобто ефективності лікування інсульту в гострому періоді, також є позитивні

результати за останні 10–15 років. Це обумовлено фундаментальними дослідженнями патофізіології гострого порушення мозкового кровообігу, теорією гетерогенності ішемічного інсульту і практичним застосуванням тромболізу. Дійсно, сучасну стратегію боротьби з ішемічним інсультом неможливо уявити без використання тромболізу.

У наш час в Україні тромболітична терапія поки що залишається недостатньо поширеною [26].

Однак слід зазначити, що великі надії, які поклали неврологи на застосування тромболізу в гострому періоді ішемічного інсульту, виправдались лише частково. Тільки в 30 % хворих після тромболізу реєструється суттєве відновлення порушених функцій. В інших випадках, особливо при тромбоемболії магістральних судин, тромболітична терапія є неефективною чи призводить до різних ускладнень [35].

Продовжується пошук «дієвих» нейропротекторів, зокрема, привертається увага до вибору препаратів, що впливають на метаболічні процеси в головному мозку (холінергічна дія) [23, 28]. Проте поки що не доведена ефективність жодного з досліджених нейропротекторів, і в деяких країнах реєструється зменшення частоти призначення нейропротекторів на 10–25 % [4].

З метою нейропротекції при інсульті використовують препарати холінергічної дії (холіноміметики за типом цитиколіну в поєднанні з актовегіном, останній впливає на вміст циклічних нуклеотидів у клітинах ЦНС) [7, 18].

Отже, потрібен подальший пошук ефективних лікарських засобів і методів лікування гострого порушення мозкового кровообігу. Існує низка можливих лікувальних підходів, а саме:

- сполучення тромболізу з ультразвуковим впливом на зону тромбоемболії [30];
- механічне (можливо, ультразвукове чи лазерне) внутрішньоартеріальне руйнування тромбу;
- дозована гіпотермія (загальна та локальна);
- лазеротерапія з внутрішньовенним (в/в), внутрішньоартеріальним (в/а) та транскраніальним варіантами її застосування [19];
- магнітотерапія змінним магнітним полем;
- магнітолазеротерапія з аналогічними методами (в/в, в/а) та методиками впливу на проекцію вогнищевих змін, магістральних судин шиї й головного мозку та проекцію стовбура мозку;
- електрична стимуляція g.sphenopalatinum, n.vagus, аурикулярних зон і зон скальпу;
- транскраніальна високоінтенсивна імпульсна магнітостимуляція з лікувальною й діагностичною метою [8, 10, 15];
- інші фізичні методи (центральна електроаналгезія, електросон [11], транскраніальна електростимуляція, електростимуляція за допомогою імплантованих електродів у рухові центри головного мозку тощо).

Зазначені методи можуть використовуватись з необхідним медикаментозним лікуванням, зокрема в спо-

лученні з тромболізом, нейропротекторною терапією тощо. При цьому важливе їх сполучення (комбінація) за показаннями з лікуванням положенням, кінезотерапією (ЛФК), масажем, дихальною гімнастикою; електростимуляцією чи магнітостимуляцією м'язів паретичних кінцівок, механотерапією тощо; ранньою вертикалізацією й активізацією хворих.

Наведений, далеко не повний, перелік немедикаментозних методів, що використовуються в гострому та відновлювальному періоді мозкового інсульту, дає можливість лікарю комбінувати їх між собою в сполученні з необхідним медикаментозним лікуванням.

Зазначимо, що використання тільки фармпрепаратів у лікуванні ішемічних інсультів, що становлять понад 85 % всіх гострих порушень мозкового кровообігу, є недостатнім. Методи кінезитерапії та фізіотерапії при цьому захворюванні життєво необхідні як у гострому періоді, так і в процесі реабілітації.

Отже, незважаючи на те що первинна профілактика мозкового інсульту відіграє головну роль у зниженні наслідків цього тяжкого захворювання, необхідний подальший розвиток інсультної допомоги на всіх етапах лікувально-реабілітаційного процесу. Суспільство, державу, лікарів не влаштовує той факт, що тільки 10 % хворих після перенесеного інсульту повертаються до попередньої роботи.

Слід підкреслити значні успіхи у вивченні механізмів виникнення інсульту, факторів ризику та більш скромні результати в лікуванні хворих із цереброваскулярною патологією та відновлювальною терапією після інсульту. Останні питання потребують подальших досліджень із більш ретельним вивченням нейрореабілітаційних процесів.

Без сумніву, сучасні фізіотерапевтичні методи впливають на механізми нейрореабілітації, і більш докладне вивчення цих явищ є перспективним для впровадження їх у реабілітаційний процес. Особливо це стосується транскраніальної магнітної стимуляції (ТМС), що все частіше використовується в нейрореабілітації.

Метою проведеного дослідження було вдосконалення системи оцінки реабілітаційного потенціалу та підвищення ефективності медичної реабілітації хворих на ішемічний інсульт шляхом використання транскраніальної магнітної стимуляції в гострому та ранньому відновлювальному періодах.

Матеріал і методи дослідження

Проведено обстеження 87 хворих із півкульним ішемічним інсультом у гострому та ранньому відновлювальному періодах, 50 із яких були відібрані для подальшої медичної реабілітації з використанням запропонованої нами методики. З 50 пацієнтів у 9 розпочато лікування за розробленим способом у перші 3 доби, ще у 12 — з 4-ї до 12-ї доби, в інші терміни (13–21 доба) — у 19 хворих, ще в більш пізні строки — у 10 пацієнтів. Це дало можливість оцінити результати лікувально-реабілітаційних заходів

залежно від строків початку таких заходів. Зазначимо, що в гострому періоді у всіх пацієнтів діагностувався стан середньої тяжкості. Чоловіків було 24, жінок — 26, середній вік — $58,70 \pm 3,79$ року. У програму обстеження входила обов'язкова нейровізуалізація ішемічного вогнища (АКТ або МРТ), клінічне обстеження з використанням стандартизованих шкал і тестів: шкали NIHSS (National Institutes of Health Stroke Scale); шкали Ренкіна (Rankin); модифікованого індексу Бартел (Barthel).

Проводилися також загальноприйняті клінічні обстеження: лабораторні та біохімічні (загальний аналіз крові і сечі, вміст глюкози в крові, С-реактивний протеїн, гематокрит тощо), а також електрографічні (ЕКГ, ЕМГ, за необхідності — ЕЕГ).

Крім зазначених загальноприйнятих методів обстеження інсультних хворих, у програму нашого дослідження входило застосування ТМС із діагностичною метою (кількісна оцінка порушень рухових функцій) і подальше застосування ТМС і ЕМС у цих 50 хворих із лікувально-реабілітаційною метою. Контролем служили показники, отримані при обстеженні 15 осіб такого ж віку без неврологічної патології.

З огляду на дизайн дослідження у когорту спостереження були включені пацієнти тільки з першим півкульним інсультом і з помірним неврологічним дефіцитом за показниками стандартизованих шкал. Основною вимогою до відбору хворих була наявність моторних викликаних потенціалів (МВП) при магнітній стимуляції моторної кори ураженої півкулі. До виконання даної реабілітаційної програми приступали тільки після стабілізації загального стану пацієнтів.

У цих 50 пацієнтів був використаний комплекс реабілітаційних заходів, що включав блок базисної терапії (необхідне медикаментозне лікування, дієтичне харчування, лікувальну фізкультуру, масаж, лікування положенням, вертикалізація тощо) та ТМС, синхронізовану з електроміостимуляцією (ЕМС) певних м'язових груп верхніх і нижніх кінцівок. Контролем служили 15 хворих, яким не проводились ТМС і ЕМС. Особливість розробленого способу нейрореабілітації полягає в тому, що одночасно з ТМС рухових центрів кори головного мозку неураженої й ураженої сторін проводиться ЕМС. На розроблений спосіб отримано патент України 10.02.2012 на корисну модель № 67363.

Для магнітостимуляції використовували апарат серії «Нейро-МС» фірми «Нейрософт» (Росія) з можливістю регуляції магнітних імпульсів від 0 до 2,2 Тл. Електроміостимуляція проводилась багатоканальним стимулятором серії «МІТ» (Україна).

Перед початком сеансів ТМС і ЕМС проводили електронейроміографію з метою виявлення периферичних нейро- або міопатій. Для цього аналізували основні електронейроміографічні показники: параметри М-відповіді з досліджуваного м'яза, швидкість проведення по рухових волокнах нерва, що іннервує даний м'яз, а при необхідності — й інші.

З діагностичною метою використовували ТМС з оцінкою моторних викликаних потенціалів, що реєстрували з дистальних м'язів верхніх і нижніх кінцівок — m.abductor pollicis brevis і m. tibialis anterior.

Проводили аналіз таких параметрів МВП:

1. Поріг виникнення МВП — мінімальна індукція магнітного поля, що спричиняє викликану моторну відповідь. Виражається у відсотках від максимальної індукції магнітного стимулятора.

2. Латентність моторного викликаного потенціалу — час (у мс) від початку стимуляції кіркових моторних зон до моменту виникнення МВП у відповідному м'язі.

3. Різниця латентностей МВП між лівою та правою півкулею (мс).

4. Амплітуда МВП — від піка до піка позитивного та негативного відхилень від ізолінії. Вимірюється в мВ.

5. Міжамплітудний коефіцієнт. Обчислюється шляхом поділу амплітуди МВП з ураженого боку на амплітуду МВП з неураженого боку. Розраховується у відсотках.

6. Площа МВП. Використовується розмірність мВ · мс.

7. Коефіцієнт площі. Обчислюється шляхом поділу площі МВП з ураженого боку на площу МВП з неураженого боку. Розраховується у відсотках.

У разі відсутності МВП при стимуляції ураженої півкулі такі пацієнти ($n = 37$) виключались з реабілітаційної програми із застосуванням розробленого способу.

Надалі пацієнтам, які залишились під спостереженням, проводили лікувальні процедури ТМС у поєднанні з ЕМС. Розпочиналась процедура ТМС з інтактної (неураженої) сторони (іпсилатерально до паретичних кінцівок) з пошуку відповідних зон моторної кори. Спочатку за інтенсивністю магнітної стимуляції визначали мінімальний поріг виникнення МВП з відповідних м'язів кінцівок (електроміографічно). Стимуляція проводилась поодинокими імпульсами, починаючи з рівня 40 % від максимального рівня (2,2 Тл), з подальшим збільшенням інтенсивності на 5 % до моменту виникнення МВП. Міжімпульсний інтервал становив 3 с. Проводилась серія з 5–7 імпульсів з усередненням отриманих результатів. Поріг стимуляції визначали на кожному боці для рухових центрів рук і ніг.

У різних пацієнтів залежно від тяжкості стану на боці ураженої чи неураженої півкулі показники порогових МВП коливались у межах від 0,7 до 2,2 Тл. Лікування проводилось магнітними імпульсами з автоматичною їх подачею: послідовно 2–3 с, пауза 4–6 с. При цьому магнітна стимуляція неураженої гемісфери проводилась частотою 1 Гц, ураженої — 5 Гц. Магнітна стимуляція синхронізувалась з ЕМС. ЕМС здійснювалась за класичною методикою: електроди з електропровідної гуми з вологими прокладками фіксувались на необхідних м'язах. Використовувався електричний струм із біполярними асиметричними імпульсами частотою 20–80 Гц, які подавались пачками ритмічно, послідовно тривалістю 2–3 с, пауза 4–6 с. Сила струму регулювалась за рівнем зна-



Рисунок 1. Схема проведення транскраніальної магнітної стимуляції в поєднанні з електроміостимуляцією м'язів кінцівок (пояснення в тексті)

йденого для відповідного м'яза порога до максимальної величини 40 мА, однак залежно від площі електродів не перевищувала 0,2 мА/см².

Синхронно з магнітною стимуляцією рухової кори ураженої гемісфери головного мозку проводилась ЕМС паретичних кінцівок (стимуляція розгиначів руки, згиначів ноги і перонеальної групи м'язів). При магнітостимуляції неураженої (інтактної) гемісфери мозку проводилась ЕМС здорових кінцівок (згиначів руки та розгиначів ноги). Важливою складовою способу є та обставина, що під час магнітної стимуляції рухових центрів

кори головного мозку одночасно проводиться ЕМС відповідних м'язів: послідовно тривалістю 2–3 с, пауза 4–6 с, тривалість такої процедури на кожну транскраніальну зону та відповідні м'язи становила до 5 хв, а сумарно — до 20 хв. При цьому такий поєднаний синхронний вплив дозволяв знизити інтенсивність магнітної стимуляції та електричного струму до 30 % від початкових порогових значень за наявності скорочень необхідних м'язів, що робило процедуру більш комфортною.

Синхронізація обох стимуляцій здійснювалась спеціальним пристроєм. Це забезпечувало скорочення необхідних м'язів одночасним впливом магнітними й електричними стимулами.

Тривалість курсу поєднаного впливу ТМС і ЕМС в комплексі відновлювального лікування хворих на ішемічний інсульт становила від 3–5 до 10–15 процедур.

На рис. 1 наводиться схема проведення лікувальних процедур ТМС у поєднанні з ЕМС.

Результати

Застосування ТМС з діагностичною метою перед початком лікувально-реабілітаційних заходів за розробленим способом у обстежених хворих дало такі результати. Усереднені величини параметрів МВП при магнітній стимуляції ураженої півкулі головного мозку та зареєстровані на контралатеральній верхній кінцівці (*m. abductor pollicis brevis*) вірогідно відрізнялись від аналогічних показників при стимуляції інтактної півкулі (табл. 1). При аналізі цих параметрів найбільш значима різниця була зареєстрована щодо площі МВП з ураженої півкулі — зниження на 62,5 %, зменшення амплітуди МВП з цієї півкулі становило 57,1 %, а збільшення латентного періоду — 49,1 %. Поріг виникнення МВП відрізнявся між півкулями на 14,8 %.

Усереднені показники МВП, зареєстровані з нижньої кінцівки (*m. tibialis anterior*) при стимуляції ураженої та інтактної півкулі, вірогідно відрізнялись (табл. 2), як це було відмічено вище для рук. Поріг виникнення МВП був збільшений на 16,9 %, латентність — на 34,5 %. Амплітуда МВП зменшилась на 50,0 %, а площа МВП — на 54,3 %. Тобто різниця показників МВП, зареєстрованих з м'язів нижньої кінцівки, загалом відповідала встановленим порушенням на верхніх кінцівках. З врахуван-

Таблиця 1. Параметри МВП ($M \pm m$) з м'язів верхніх кінцівок у обстежених хворих, які перенесли ішемічний інсульт (в дужках розмах індивідуальних показників)

Показники МВП	Уражена (паретична) кінцівка	Неуражена кінцівка	Вірогідність різниці, p
Поріг виникнення, %	74,20 ± 2,12 (50–100)	64,10 ± 1,95 (40–70)	< 0,001
Латентність, мс	31,90 ± 2,95 (14,9–108,0)	21,40 ± 0,28 (13,7–27,0)	< 0,001
Різниця латентностей, мс	10,50 ± 2,42 (0,13–87,00)		< 0,001
Амплітуда, мВ	0,90 ± 0,19 (0,01–7,70)	2,10 ± 0,16 (0,14–9,40)	< 0,001
Міжамплітудний коефіцієнт, %	37,40 ± 4,55 (1–96)		< 0,001
Площа МВП, мВ · мс	5,40 ± 1,05 (0,02–38,30)	14,40 ± 1,12 (0,5–53,1)	< 0,001
Коефіцієнт площі, %	37,30 ± 4,61 (1–95)		< 0,001

Таблица 2. Параметры МВП ($M \pm m$) з м'язів нижніх кінцівок у обстежених хворих, які перенесли ішемічний інсульт (в дужках розмах індивідуальних показників)

Показники МВП	Уражена (паретична) кінцівка	Неуражена кінцівка	Вірогідність різниці, p
Поріг виникнення, %	86,60 ± 1,91 (40–100)	74,10 ± 2,65 (30–80)	< 0,001
Латентність, мс	42,50 ± 2,90 (24,7–110,0)	31,60 ± 0,72 (17,50–47,00)	< 0,001
Різниця латентностей, мс	9,80 ± 2,42 (0,15–76,30)		< 0,001
Амплітуда, мВ	0,40 ± 0,08 (0,01–2,30)	0,80 ± 0,09 (0,03–3,40)	< 0,001
Міжамплітудний коефіцієнт, %	49,30 ± 8,79 (1–92)		< 0,001
Площа МВП, мВ · мс	3,70 ± 0,99 (0,03–29,8)	8,10 ± 1,17 (0,25–64,30)	< 0,001
Коефіцієнт площі, %	40,10 ± 4,47 (1–90)		< 0,001

ням довжини кортикомускулярного шляху величина латентностей МВП на ногах була в середньому на 10 мс більше, ніж на руках. Амплітуда МВП при порівнянні показників на нижніх і верхніх кінцівках виявилась у 2 рази нижчою, що можна пояснити збільшенням явищ десинхронізації з подовженням шляху проходження нервових імпульсів від кіркових центрів до м'язів ніг. Різниця площ МВП на ногах і руках не була такою великою, як для попередніх показників, що підтверджує вплив десинхронізації (табл. 1 і 2). Так само вірогідно не відрізнялися показники коефіцієнтів площі: на нижніх кінцівках його величина становила $40,10 \pm 4,47\%$, а на верхніх — $37,30 \pm 4,61\%$ ($p > 0,1$).

Усереднені величини основних параметрів МВП, отримані при ТМС моторних центрів інтактної півкулі як руки, так і ноги, вірогідно відрізнялися від подібних показників у практично здорових осіб не менше ніж на 15 % ($p < 0,05$). Це свідчить про те, що інтактність півкулі є відносною, тобто в півкулі без вогнищевих змін, за даними МРТ або АКТ, є істотні функціональні зміни в організації рухової системи.

Встановлені факти слугували підґрунтям у плані використання ТМС в реабілітаційному процесі з впливом на моторну кору не тільки ураженої півкулі, а й інтактної.

При порівнянні основних показників при ТМС моторних центрів руки та ноги з ураженої півкулі залежно від ступеня вираженості парезу (оцінка ознаки за шкалою NIHSS за 4-бальною системою, окремо для руки і ноги) отримані такі дані. У хворих зі слабко вираженими руховими порушеннями (парез на рівні 1 бала) реєструвалося помітне збільшення порога і зниження амплітудних показників МВП порівняно з неураженим боком ($p < 0,05$). Латентність МВП при цьому істотно не змінювалась. Це ж стосувалося й параметрів периферичної М-відповіді з м'язів на паретичних кінцівках.

У хворих із більш грубими порушеннями (2 бали за шкалою NIHSS), що відповідає помірно вираженому парезу, реєструвалося збільшення порога та латентності, зменшення амплітуди МВП на боці парезу порівняно з неураженим. Паралельно реєструвалося зниження периферичної М-відповіді з м'язів уражених кінцівок. Приблизно у 30 % хворих МВП реєструвався лише при

тонічному м'язовому зусиллі пацієнта, що може свідчити про більш значну пірамідну дисфункцію.

В окремій групі ($n = 37$) при тяжких парезах або плегії (3–4 бали за шкалою NIHSS) у більшості хворих при ТМС ураженої гемісфери МВП з м'язів контралатеральних кінцівок не викликався, що супроводжувалося також зменшенням периферичної М-відповіді з м'язів на ураженому боці. Такі зміни (поєднання пірамідних порушень і периферичних розладів) розвивалися до 5–6-го тижнів після перенесеного інсульту та прогностично свідчили про тяжкий неврологічний дефіцит із формуванням вираженої спастичності.

Отже, застосування ТМС в комплексі діагностичних методів у хворих в гострому та ранньому відновлювальному періодах півкульного ішемічного інсульту дозволяє оцінити функціональний стан рухової системи, об'єктивізувати ступінь парезу і, певною мірою, прогнозувати можливість відновлення рухових функцій. Усі хворі, які були під спостереженням із півкульним ішемічним інсультом ($n = 50$) і яким проводилася діагностична ТМС, далі були залучені до реабілітаційної програми, що складалася з курсу поєданого впливу ТМС і ЕМС за розробленою методикою в комбінації з іншими реабілітаційними заходами (лікувальна фізкультура, масаж, базисна медикаментозна терапія та ін.).

Контролем служили 15 хворих з аналогічною цереброваскулярною патологією (півкульним інсультом), яким не проводилися ТМС і ЕМС.

Курс поєданого впливу ТМС і ЕМС в комплексі відновлювального лікування становив від 5 до 10–15 процедур, які проводилися щодня, за винятком неділі. Усі хворі лікування переносили задовільно, за винятком 2 пацієнтів, у яких на 3-й процедурі піднявся артеріальний тиск (у цих хворих діагностувалася гіпертонічна хвороба з кризовим перебігом), і вони від подальших процедур ТМС і ЕМС відмовилися.

При аналізі показників, отриманих за допомогою діагностичної ТМС у процесі нейрореабілітації, слід відзначити такі особливості. Найбільш торпідним у зрушеннях був поріг виникнення МВП (зменшення в межах 3–4 %, $p > 0,05$), а найбільш значна позитивна динаміка реєструвалася в показниках латентності МВП

при стимуляції ураженої півкулі (зменшення в середньому 15 %) і амплітуди та площі МВП при стимуляції інтактної півкулі (збільшення в межах 12–15 %, $p < 0,05$).

При порівнянні показників МВП у гострому та ранньому відновлювальному періодах під впливом розробленого реабілітаційного комплексу відзначимо такі особливості. У гострому періоді ішемічного інсульту (перші 10–12 днів) найбільш показовою позитивною динамікою були МВП з ураженої півкулі, поліпшення яких надалі з деяким запізненням супроводжувалося зменшенням рухових порушень. Клінічно такі результати були зареєстровані приблизно до 30-го дня після перенесеного інсульту. Так, за шкалою NIHSS середня величина загального балу зменшилася на $1,10 \pm 0,51$ бала (зміни вірогідні при $p < 0,05$), що свідчить про позитивну динаміку. Подібні зрушення виявлені й за іншими стандартизованими шкалами, такими як: шкала Ренкіна — $-0,50 \pm 0,21$ бала ($p < 0,05$); індекс Бартел — $-4,30 \pm 1,95$ бала ($p < 0,05$).

Подібний факт можна пояснити реституційними механізмами, які під впливом ТМС прискорюються в ураженій півкулі мозку. У збережених життєздатних нейрональних і гліальних структурах певною мірою відновлюється збудливість і потенціал клітинних мембран, цьому відповідає ліквідація супутнього набряку мозкової тканини навколо ішемічного вогнища (за показниками МРТ).

Динаміка МВП через 3–4 тижні у хворих зі збереженими руховими порушеннями істотно відрізнялася від раннього застосування ТМС (до 2 тижнів після виникнення ішемічного інсульту). У ці строки основний механізм нейрореабілітації визначався компенсаторними процесами, реєструвалася позитивна динаміка МВП при стимуляції інтактної півкулі і, певною мірою, включенням у контроль рухових функцій неперехрещеного кортикоспінального тракту. Механізм корекції неврологічного дефіциту внаслідок стимуляції загальмованого в нормі низхідного контролю моторних шляхів неураженої півкулі за діяльністю іпсилатеральних мотонейронів є важливою складовою відновлювальних процесів при рухових порушеннях після перенесеного півкульного ішемічного інсульту.

При аналізі результатів лікування хворих на ішемічний інсульт, які отримували тільки загальноприйняту терапію (лікувальну фізкультуру, масаж, лікування положенням, рання вертикалізація, необхідне медикаментозне лікування тощо) без застосування ТМС і ЕМС, показники після лікування поступалися у цій групі фактично за всіма параметрами ($p < 0,05$), хоча до лікування різниця між досліджуваними групами за показниками МВП статистично не відрізнялись.

Тим часом у групі спостереження найбільш значними були зрушення параметрів МВП при стимуляції ураженої півкулі (зміна латентності в середньому на 10 %, $p < 0,05$), тоді як стимуляція інтактної півкулі виявила після курсу лікування лише тенденцію МВП до

збільшення ($0,05 < p < 0,1$). При розрахунках показників амплітуди МВП з'ясовано, що вона вірогідно збільшилась ($p < 0,05$) для верхніх кінцівки при стимуляції ураженої та інтактної півкуль. Такі дані свідчать про те, що використання ТМС і ЕМС у реабілітаційній програмі впливали досить позитивно на уражену й інтактну півкулі головного мозку, тоді як звичайні методи реабілітації — переважно на уражену півкулю. Синхронне з ТМС проведення ЕМС периферичної рухової ланки створює замкнутий аферентно-еферентний ланцюг, що сприяє відновленню роз'єднаних внаслідок патологічного процесу фізіологічних зв'язків.

ТМС при відповідному положенні індуктора впливає також на парацентрально часточку гемісфер, що має зв'язки з первинними спинномозковими центрами функції тазових органів, а отже, може використовуватись при порушенні функції тазових органів. Покращення функції тазових органів у наших спостереженнях відмічені в 5 хворих із центральною затримкою сечі в гострому періоді ішемічного інсульту. Достатньо було декількох процедур ТМС для нормалізації сечовипускання.

Обговорення отриманих результатів

За сучасними уявленнями, розрізняються три рівні відновлення рухових функцій після мозкового інсульту [13]:

а) перший — істинне відновлення, тобто повернення порушених функцій до вихідного рівня, це можливо, коли патологічне вогнище складається переважно із «загальмованих» нейронів;

б) другий — компенсація, що здійснюється шляхом функціональної перебудови та включення нових, раніше незадіяних структур;

в) третій — реадптація (приспосовування) до дефекту, що виник внаслідок інсульту.

В останні роки для потреб ведення післяінсультних хворих все ширше залучаються фізичні чинники й адекватні методики кінезо- та трудотерапії, створюються інсультні блоки з подальшою пролонгованою реабілітацією.

На сьогодні відомо, що складовою механізмів нейрореабілітації виступають локальні процеси реституції (регрес набряку, завершення проявів ішемічної напівтіні, зменшення відстроченої функціональної депресії), процеси реорганізації ЦНС (зміни роботи нейротрансмітерів, зменшення пригнічення іпсилатеральних і альтернативних шляхів, синаптогенез тощо). Вони реалізуються в різні строки — від декількох секунд до більш значних строків (тижні, місяці і навіть роки).

У медичній реабілітації постінсультних хворих найбільш важливими компонентами в гострому та ранньому відновлювальному періодах є реституційні механізми, що включають нейропластичність. Під останньою розуміють здатність нервової системи відновлювати свою функцію шляхом кількісних і якісних

нейрональних перебудов, змін нейрональних зв'язків і гліальних елементів [37]. Процеси нейропластичності включають:

— активацію в корі головного мозку раніше не задіяних горизонтальних зв'язків і модуляцію синаптичної передачі [43];

— перебудову рецепторного апарату різної модальності (NMDA-рецепторів, норадренергічних, дофамінових та серотонічних тощо) [31];

— структурно-динамічні зміни на різних рівнях ЦНС (молекулярному, клітинному, синаптичному, анатомічному — в останніх випадках включається значна кількість нейронів, у тому числі в підкоркових структурах [29].

Нейропластичні зрушення підтвержені на експериментальних моделях, на яких доведено збільшення щільності дендритів у кіркових відділах мозку та числа синапсів при повтореннях рухових вправ [39], що супроводжується неоангіогенезом [41].

Різні відділи ЦНС мають різний нейропластичний потенціал. Так, кора головного мозку вважається найбільш пластичною частиною ЦНС, що обумовлено різноманітними складовими клітинних елементів і їх зв'язків [9].

Має значення також організація церебральних функцій у корі, тобто сувора локалізація в окремих зонах і зони перекриття, функціональні зв'язки тощо [27]. Це стосується і рухових центрів головного мозку, організація яких, крім передньої центральної звивини (первинна рухова зона), включає нейрони премоторної та вторинної рухової зони, первинної соматосенсорної та тім'яної асоціативної зон тощо. При цьому від 10 до 30 % волокон пірамідного тракту проходять іпсилатерально, тобто не перехрещуються [34, 36, 40].

Це є важливою передумовою для активації компенсаторних процесів у відновленні деяких рухових функцій у хворих після перенесеного мозкового інсульту.

Слід зазначити, що у разі церебрального інсульту одним з частих рухових порушень, крім парезу чи плегії, є розвиток спастичності, що пов'язується з порушенням не тільки пірамідного тракту, але й інших волокон, які йдуть у його складі, насамперед екстрапірамідної системи [1, 14]. Підкіркові структури та причетні до них полісинаптичні волокна забезпечують масивні рухи та більшість автоматизованих рухових актів. Навпаки, у разі ураження безпосередньо центральних мотонейронів і їх моносинаптичних аксонів (пірамідних) можуть виникати порушення дрібних і точних довільних рухів, передусім порушення функції дистальних відділів рук.

Однак ізольоване ураження моносинаптичних нервових зв'язків між кірковими та спінальними мотонейронами маловірогідне, зазвичай воно поєднується з іншими зазначеними вище структурами. У таких випадках виникає клінічна картина центрального парезу чи паралічу із залученням у патологічний процес моносинаптичних (дійсно пірамідних) волокон, що

мають товсту мієлінову оболонку (від 11 до 25 мкм), а отже особливо вразливі [16]. Товщина інших волокон, що проходять у пірамідному тракту, становить від 1 до 10 мкм. Унаслідок цього рухові порушення в кистях і пальцях рук є зазвичай значними та стійкими.

У нейрореабілітації відомий спеціальний тест «розкриття кисті». Якщо після інсульту при парезах чи паралічах реєструється через певний час відновлення рухів у пальцях руки («розкривається кисть»), слід чекати успішного відновлення рухів у паретичній кінцівці.

Отже, організація рухової системи є досить складною, і навіть у первинній руховій зоні виділяють 3 типи мотонейронів: 1) найбільш великі пірамідні клітини, що кодують швидкість зростання м'язових скорочень; 2) малі пірамідні клітини, що відзначаються більшою статичністю, їх розряди підтримують тонус м'язів і більш стійке м'язове зусилля під час рухового акту; 3) середнього розміру мотонейрони, що об'єднують властивості двох вищезазначених типів кіркових рухових клітин [16].

Безпосереднім «винуватцем» підвищеного тонусу м'язів (спастичності) при інсульті є структури спинного мозку, що втратили контроль супраспінальних структур. Вважається, що на рівні спинного мозку спостерігається патологічне підсилення полісинаптичних рефлексів, збудження мотонейронів і порушення контролю «гамма-мотонейрон — м'язове веретено».

Важливою складовою підвищеного тонусу м'язів є зміни та перебудова метаболізму в самих м'язах. Відсутність імпульсації з надсегментарних структур і «бездіяльність» м'яза призводять до більш значних порушень у білих м'язових волокнах (фазичних, швидких), тоді як у червоних (тонічних) такі зміни менш виражені. Антигравітаційна дія цієї групи м'язових волокон залишається «безконтрольною», не врівноваженою функцією білих, завдяки чому тонус м'язів підвищується.

Ці факти спонукали до диференційованого використання електростимуляції спастичних м'язів [19]. Відомо, що частота модуляції струму 11–14 Гц впливає переважно на тонічні рухові одиниці (червоні волокна), а більш високі ефективніше стимулюють фазичні (білі) рухові одиниці. У застосованій нами методиці ЕМС враховані ці особливості щодо способу проведення ТМС у поєднанні з ЕМС — антиспастична дія зареєстрована у 67 % хворих із півкульним ішемічним інсультом.

Тривале збереження рухових порушень при інсульті та наявність спастичності (понад 3 міс.) веде до структурних змін у сегментарному апараті спинного мозку (укорочення дендритів альфа-мотонейронів, колатеральний спрутинг аферентних волокон тощо) і вторинних змін у м'язах, суглобах, сухожилках тощо, внаслідок чого може посилюватись спастичність.

Механізмом розвитку дистрофічних змін у м'язах паретичних кінцівок є порушення аксонального транспорту трофічних факторів від спінальних альфа-мотонейронів, а також структурна й функціональна перебудова нервово-м'язових синапсів [5]. При змінах в

першому руховому нейроні (пірамідному тракту) трофічні порушення у відповідних м'язах і структурах значно менші та розвиваються поступово протягом 2–3 місяців.

Адаптаційно-компенсаторні реакції в органах, структурах чи системах, що позбавлені регуляторних впливів, за своєю суттю є процесом метаболічної адаптації до змінених умов функціонування. Одним із важливих механізмів компенсації порушених функцій та метаболічних змін є принцип «трофічного супроводу соматичного процесу», що базується на взаємовідносинах між соматичними та вегетативними імпульсами. Симпатичний відділ ВНС сприяє покращенню передачі імпульсів із нерва на м'язи, впливає на збудливість скелетних м'язів, розвиток їх втоми.

Адаптаційно-трофічний вплив симпатичного відділу ВНС здійснюється з рівних рівнів, у тому числі з гіпоталамуса із залученням залоз внутрішньої секреції. Зазначені зміни в низхідних рухових структурах, сегментарному апараті спинного мозку, периферичних нервах, м'язах тощо супроводжуються порушеннями аферентних функцій.

Відомо, що на всіх рівнях рухової системи є зворотні зв'язки для забезпечення контролю над довільними рухами та необхідної їх корекції. Різноманітний рецепторний апарат на периферії, і в першу чергу пропріоцептори, слід розглядати як початок аферентної ланки рухової системи, що через структури спинного й головного мозку роблять рухову систему «замкнутим ланцюгом» з еферентною і аферентною частинами цілої складової.

Зрозуміло, що для ефективного реабілітаційного процесу при рухових порушеннях потрібен відповідний вплив на еферентну та аферентну частини цілої системи, що реалізовано в розробленому нами способі.

R. Wilson [22], обговорюючи дані щодо різних поведінкових аспектів у людини, підкреслював чотири моменти, що їй визначають: 1) генетичні особливості; 2) імпринти — утворення надзвичайно стійких слідів у психіці після одноразового переживання; 3) кондиціонування (встановлення постійних нейронних зв'язків після багатократних повторень одного і того ж переживання); 4) навчання, яке вимагає також багаторазових повторень з обов'язковим поєднанням з мотивацією.

Зазначені пункти значною мірою можуть бути перенесені на реабілітаційний процес, тобто для встановлення необхідних нейронних зв'язків (синаптогенезу) потрібне багатократне повторення вправ, курсове проведення фізіотерапевтичних процедур і навчання пацієнта всьому, що він втратив внаслідок інсульту (ході, самообслуговуванню тощо). Отже, в методах реабілітації післяінсультних хворих має значення інтенсивність тренувань, повторне виконання вправ, направлених на досягнення зазначеної мети, а також включення в реабілітаційний процес адекватних фізичних чинників.

Слід враховувати, що в організмі фізико-хімічні процеси двоєдині, тобто хімічні (біохімічні) процеси ак-

тивно впливають на фізичний стан структур біооб'єктів (молекул, мембран, чутливість рецепторів тощо), а фізичні явища в організмі забезпечують мембранний потенціал клітин, функцію іонних каналів, передачу імпульсів по рухових і чутливих нервових волокнах тощо.

Доведено, що застосування адекватних фізичних чинників сприяє ятрогенному посиленню механізмів нейропластичності ЦНС [6, 13, 25]. Вони мають нейропротекторну дію [19], пришвидшують відновлення авторегуляції мозкового кровообігу [21].

Сучасні дані свідчать про можливість використання фізичних чинників у гострому періоді ішемічного інсульту [17]. Експериментальні та клінічні дослідження показали, що фізичні чинники адекватних параметрів позитивно впливають на мембранний потенціал нейронів, функціональний стан глії й ендотелію судин мозку. Останній слугує потужним джерелом трофічних факторів, що можуть давати прямий (ендогенний) нейропротекторний ефект.

Транскраніальний вплив магнітних імпульсів синхронно зі стимуляцією м'язового апарату, що знаходиться під відповідним контролем церебральних кіркових центрів, дозволяє відновити чи покращити заблоковані шляхи, які знаходяться в стані парабіозу після перенесеного інсульту. Стимуляція центрального та периферичного рухових нейронів дозволяє замкнути функціональний ланцюг, оскільки стимуляція м'язів має також аферентну дію. Вплив на уражену гемісферу мозку стимулює реституційні механізми саногенезу, сприяє усуненню явищ діашизу та зменшенню розмірів ішемічної напівтіни. Вплив на неуражену гемісферу та «здорові» кінцівки сприяють включенню механізмів компенсації.

Отже, в розробленому способі використано важливий реабілітаційний принцип: поєднання аферентної та еферентної систем шляхом стимуляції центрального та периферичного відділів кірково-м'язового тракту, а також аферентних структур нервово-м'язового апарату.

Наш досвід, як і досвід інших авторів, свідчать, що ТМС має важливе значення у визначенні функціонального стану рухових шляхів (в першу чергу кортикоспінальних — головного та спинного мозку), а відповідні показники, отримані при використанні ТМС, можуть мати прогностичне значення щодо відновлення рухових функцій [20].

У реабілітації хворих на ішемічний інсульт в гострому та ранньому відновлювальному періодах ТМС відіграє важливу роль [10, 17]. Аналіз отриманих нами даних виявив позитивний вплив на відновлення рухових функцій, що проявлялося збільшенням рухової активності, м'язової сили в паретичних кінцівках, зменшенням спастичності тощо. ТМС, впливаючи на проєкційні рухові центри головного мозку, є безпосереднім дієвим чинником стимуляції початкового сегмента аксонів центральних мотонейронів. Надалі, транссинаптично, у межах кори головного мозку ТМС викликає залп імпульсів, які по кортикоспінальному тракту досягають α -мотонейронів спинного мозку з відповідним скоро-

ченням м'язів. Повторна ТМС сприяє розблокуванню кортикоспінального тракту, стимулює реституційні механізми, а ТМС неураженої півкулі посилює компенсаторні процеси.

Процеси відновлення рухових функцій значно прискорюються при синхронізації ТМС і ЕМС м'язів кінцівок, що доведено нашими дослідженнями.

При аналізі механізмів дії ТМС слід враховувати її вплив не тільки на рухові центри та кортикоспінальний шлях, але й на інші утворення головного мозку. Діючі магнітними імпульсами при локалізації центра індуктора над Vertex, в «зону впливу» потрапляють верхній сагітальний синус і арахноїдальні ворсини, що входять в нього, велика анастомозна вена (вена Троляра), тім'яна емісарна вена тощо.

Зазначені анатомічні структури мають пряме відношення до венозного відділу церебрального кровообігу та лікворорезорбції [2], і позитивний вплив ТМС на гемодинаміку мозку крізь названі структури було підтверджено раніше С.К. Євтушенком та співавторами [10], а також нашими дослідженнями. Отже, слід вважати, що ТМС може стимулювати резорбцію ліквору в синуси мозку, покращувати венозний відтік із порожнини черепа і тим самим зменшувати внутрішньочерепну гіпертензію чи набряк мозку (особливо локальний) у хворих на мозковий інсульт.

ТМС також позитивно впливає на нейропатичні больові прояви (стимуляція серотонінергічної системи та утворення мелатоніну), має доведену антидепресантну й імуномодулюючу дію, що визначає ТМС як метод, який впливає не тільки на відновлення рухових функцій у хворих на мозковий інсульт, але й на загальний стан пацієнтів [33].

Таким чином, ТМС у разі півкульного ішемічного інсульту має істотне значення для визначення функціонального стану моторики і в комплексі з іншими діагностичними методами дає можливість об'єктивно оцінити реабілітаційний потенціал хворих даного профілю. Розроблена методика поєданого застосування ТМС з електростимуляцією м'язів кінцівок дозволяє підвищити результативність відновлення рухових функцій у постінсультних хворих у процесі реалізації реабілітаційних програм.

Список літератури

1. Бархатова В.П., Завалишин И.А. *Нейротрансмиттерная организация двигательных систем головного и спинного мозга в норме и патологии* // Журн. неврол. и психиатр. — 2004. — № 8. — С. 77-81.
2. Барон М.А., Майорова М.А. *Функциональная стереоморфология мозговых оболочек: Атлас.* — М.: Медицина, 1982. — 350 с.
3. Віничук С.М., Прокопів М.М. *Гострий ішемічний інсульт.* — К.: Наукова думка, 2006. — 286 с.
4. Волошин П.В., Міщенко Т.С. *До питання про класифікацію судинних захворювань головного мозку* // Укр. вісник психоневрології. — 2002. — Т. 10, вип. 2(31). — С. 12-17.
5. Волкова О.В. *Нейродистрофический процесс (морфологические аспекты).* — М.: Медицина, 1978. — 256 с.
6. Герасименко М.Ю., Афошин С.А. *Физические факторы в комплексной реабилитации больных с острым нарушением мозгового кровообращения* // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. — 2011. — № 4. — С. 46-50.
7. Гехт А.Б. *Инсульт: лечение, профилактика, реабилитация* // Здоров'я України. — 2007. — № 20(177). — С. 15.
8. Гимранов Р.Ф. *Транскраниальная магнитная стимуляция.* — М., 2002. — 342 с.
9. Дамулин И.В. *Основные механизмы нейропластичности и их клиническое значение* // Междунар. неврол. журн. — 2010. — № 5(35). — С. 94-98.
10. Евтушенко С.К., Казарян Н.Э., Симонян В.А. *Применение метода транскраниальной магнитной стимуляции в клинической неврологии* // Международный неврологический журнал. — 2007. — № 5(15). — С. 119-126.
11. Ежов В.В., Иванюк Е.С. *Методы физиотерапии в программах восстановительного лечения больных, перенесших мозговую инсульт* // Судинні захворювання головного мозку. — 2010. — № 4. — С. 22-32.
12. Зозуля І.С., Зозуля А.І. *Епідеміологія цереброваскулярних захворювань в Україні* // Укр. мед. часопис. — 2011. — № 5(85). — С. 38-41.
13. Кадыков А.С., Черникова А.А., Шахпаронова Н.В. *Реабилитация неврологических больных.* — М.: МЕДпресс-информ, 2008. — 560 с.
14. Малахов В.А. *Мышечная спастичность при органических заболеваниях нервной системы и ее коррекция* // Межд. неврол. журн. — 2010. — № 5(35). — С. 110-118.
15. Лысенюк В.П., Балицкий А.П., Самосюк Н.И. *Роль транскраниальной магнитной стимуляции в медицинской реабилитации постинсультных больных* // Укр. неврол. журнал. — 2012. — № 1(22). — С. 25-33.
16. Никифоров А.С. *Двигательная система: строение, функции, терминология* // Журн. неврол. и психиатр. — 2004. — № 8. — С. 73-76.
17. Панченко А.М. *Высокоинтенсивная импульсная магнитная стимуляция в комплексном лечении больных ишемическим инсультом: Автореф. дис... канд. мед. наук.* — Саратов, 2002. — 33 с.
18. Румянцева С.А. *Инсульт: лечение, профилактика, реабилитация* // Здоров'я України. — 2007. — № 20(177). — С. 14.
19. Самосюк И.З., Самосюк Н.И., Думин П.В., Владимиров А.А., Губенко В.П. и др. *Медицинская реабилитация постинсультных больных* / Под ред. И.З. Самосюка, В.И. Козьякина, М.В. Лободы. — К.: Здоров'я, 2010. — 424 с.
20. Третьякова А.І. *Аналіз інформативності методу транскраніальної магнітної стимуляції в діагностиці спонділогенної шийної мієлопатії* // Укр. неврол. журн. — 2011. — № 4. — С. 38-43.
21. Скворцова В.И., Гудкова В.В., Иванова Г.Е. и др. *Принципы ранней реабилитации больных с инсультом* // Журн. неврол. и психиатр. — 2002. — Вып. 7(приложение). — С. 28-33.
22. Уилсон Р.А. (Wilson R.A.). *Квантовая психология: Пер. с англ.* / Ред. Я. Невструев. — К.: Янус, 1998. — 224 с.
23. Фломин Ю.В. *Последние достижения и новые направления защиты и восстановления мозга после ишемического инсульта: в центре внимания множественные эффекты*

цитиколина // *Межд. невр. журн.* — 2011. — № 5(43). — С. 145-152.

24. Хобзей Н.К., Мищенко Т.С., Голик В.А., Гондуленко Н.А. Особенности эпидемиологии инвалидизации при заболеваниях нервной системы в Украине // *Межд. невр. журн.* — 2011. — № 5(43). — С. 15-19.

25. Хостикоева З.С. Физические факторы в реабилитации больных после инсульта // *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация.* — 2006. — № 4. — С. 43-54.

26. Яворская В.А. Инсультный блок (stroke unit) в системе оказания специализированной помощи пациентам с сосудистыми мозговыми катастрофами // *Здоров'я України.* — 2010. — № 3. — С. 3.

27. Abbruzzese G., Trompetto C. Clinical and research methods for evaluating cortical excitability // *J. Clin. Neurophysiol.* — 2002. — Vol. 19. — P. 307-21.

28. Adibhatla R.M., Hatcher J.F. Cytidine 5-diphospholine (CDP-choline) in stroke and other CNS disorders // *Neurochem. Res.* — 2005. — Vol. 30, № 1. — P. 15-23.

29. Agnati L.F., Guidolin D., Fuxe K. The brain as a system of nested but partially overlapping networks. Heuristic relevance of the model for brain physiology and pathology // *J. Neural. Transm.* — 2007. — Vol. 114. — P. 3-19.

30. Alexandrow A.V., Demahuk A.M., Burgin W.S., Robinson D.J., Grotta J.C. Ultrasound-enhanced thrombolysis for acute ischemic stroke: Phase I. Findings of the CLOTBUST trial // *J. Neuroimaging.* — 2004. — № 14. — P. 113-117.

31. Butefisch C.M. Plasticity in the human cerebral cortex: lessons from the normal brain and from stroke // *Neuroscientist.* — 2004. — 10. — 163-173.

32. Feigin V.L., Barker-Collo S., McNaughton H., Brown P., Kerse N. Longterm neuropsychological and functional outcomes in stroke survivors: current evidence and perspectives for new research // *Stroke.* — 2008. — Vol. 39. — P. 33-40.

33. George M.S., Lisanby S.H., Sackeim H.A. Transcranial magnetic stimulation // *Arch. Gen. Psychiatry.* — 1999. — Vol. 56. — P. 300-311.

34. Jankowska E., Edgley S.A. How can corticospinal tract neurons contribute to ipsilateral movements? A question with implications for recovery of motor functions // *Neuroscientist.* — 2006. — Vol. 12. — P. 67-79.

35. Macleod M.R., Petersson J., Norrving B. et al. On behalf of the participants of the European Hypothermia Stroke Research Workshop. Hypothermia for Stroke: call to action 2010 // *international Journal of Stroke.* — 2010. — Vol. 15, № 6. — P. 489-492.

36. Martin J.H. The corticospinal system: from development to motor control // *Neuroscientist.* — 2005. — Vol. 11. — P. 161-173.

37. Nieto-Sampedro M., Nieto-Dias M. Neural plasticity: changes with age // *J. Neural. Transm.* — 2005. — Vol. 112. — P. 3-27.

38. Paul S.L., Srikanth V.K., Thrift A.G. The large and growing burden of stroke // *Curr. Drug Targets.* — 2007. — Vol. 8. — P. 786-793.

39. Tillerson J.L., Miller G.W. Forced limb use and recovery following brain injury // *Neuroscientist.* — 2002. — Vol. 8. — P. 574-585.

40. Ward N.S. Mechanisms underlying recovery of motor function after stroke // *Postgrad. Med. J.* — 2005. — Vol. 81. — P. 510-514.

41. Wei L., Erinjeri J.P., Rovainen C.M., Woolsey T.A. Collateral growth and angiogenesis around cortical stroke // *Stroke.* — 2001. — Vol. 32. — P. 2179-2184.

42. World Health Organization. Global burden of stroke. Available at http://www.who.int/cardiovascular/en/cvd_atlas_15burdrn_stroke.pdf (accessed on January 22, 2010).

43. Ziemann U., Muellbacher W., Hallett M., Cohen L.G. Modulation of practice-dependent plasticity in human motor cortex // *Brain.* — 2001. — Vol. 124. — P. 1171-1181.

Отримано 26.04.12 □

Лысенюк В.П.¹, Самосюк Н.И.², Балицкий А.П.¹

¹Национальный медицинский университет имени А.А. Богомольца, г. Киев

²Национальная медицинская академия последиplomного образования им. П.Л. Шупика, г. Киев

ПРИМЕНЕНИЕ ТРАНСКРАНИАЛЬНОЙ МАГНИТНОЙ СТИМУЛЯЦИИ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ НАРУШЕНИЙ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ И МЕДИЦИНСКОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ ПОСТИНСУЛЬТНЫХ БОЛЬНЫХ

Резюме. На основании литературных данных и результатов собственных исследований авторов анализируются возможности транскраниальной магнитной стимуляции как для объективной оценки нарушений моторики, так и для восстановления двигательных функций у постинсультных больных в процессе реализации реабилитационных программ. Обращается внимание на большое количество работ, описывающих ту или иную особенность действия транскраниальной магнитной стимуляции, и небольшое количество тех, в которых бы содержались данные по применению этого метода в реабилитации больных, перенесших мозговой инсульт. В статье приводится также авторская методика по сочетанному использованию транскраниальной магнитной стимуляции с синхронным электрическим воздействием на мышцы конечностей у больных в остром и раннем восстановительном периоде ишемического инсульта, всего 87 наблюдений.

Ключевые слова: транскраниальная магнитная стимуляция, медицинская реабилитация, мозговой инсульт.

Lysenyuk V.P.¹, Samosyuk N.I.², Balytsky O.P.¹

¹National Medical University named after O.O. Bogomolets, Kyiv

²National Medical Academy of Postgraduate Education named after P.L. Shupyk, Kyiv, Ukraine

APPLICATION OF TRANSCRANIAL MAGNETIC STIMULATION FOR QUANTITATIVE EVALUATION OF MOTOR DISORDERS AND MEDICAL REHABILITATION OF POST-STROKE PATIENTS

Summary. Based on literature data and results of own research, possibilities of transcranial magnetic stimulation for the objective evaluation and recovery of motor function in post-stroke patients during realization of rehabilitation programs are analyzed. Attention is drawn to the large number of papers which describe one or another feature of transcranial magnetic stimulation and few of them, wherever contained data on application of this technology for post-stroke rehabilitation. The article also provides the author's method of using transcranial magnetic stimulation with simultaneous electrical action on the muscles of the extremities in patients in acute and early recovery period of ischemic stroke, in total 87 observations.

Key words: transcranial magnetic stimulation, medical rehabilitation, cerebral stroke.