Оригінальна стаття = Original article = Оригинальная статья

УДК 616-072.7-009.2:616.831-001-036.17

Оцінка інформативності нейрофізіологічних методів діагностики стану сенсомоторної системи хворих у підгострому періоді тяжкої черепно-мозкової травми

Кулик О.В.[1], Третьякова А.І.[2]

[1] ТОВ «Науково-практичний центр нейрореабілітації «Нодус», Бровари, Київська обл.
[2] Відділення функціональної діагностики Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова НАМН України, Київ, Україна

Надійшла до редакції 16.09.15.
Прийнята до публікації 21.12.15.

Адреса для листування:
Третьякова Альбіна Ігорівна, Відділення функціональної діагностики, Інститут нейрохірургії ім. акад. А.П. Ромоданова, вул. Платона Майбороди, 32, Київ, Україна, 04050, e-mail: alia_t@mail.ru

Мета дослідження: визначити інформативність полімодальних викликаних потенціалів як предикторів відновлення свідомості у хворих, які перебувають у вегетативному стані (ВС), та терапевтичних можливостей транскраніальної магнітної стимуляції (ТМС) проекційних зон кори великого мозку для ранньої реабілітації хворих після тяжкої черепно-мозкової травми (ЧМТ).

Матеріали і методи. Обстежені в динаміці 150 хворих за тяжкої ЧМТ, які перебували в комі понад 10 діб. Вік хворих у середньому (22,9±6,66) року; чоловіків — 108 (72%), жінок — 42 (28%). Використані методи: комплексне клінічне обстеження, нейровізуалізаційні, нейрофізіологічні (НФ) з реєстрацією моторних (МВП) і соматосенсорних (ССВП) викликаних потенціалів. Всім хворим проведена ТМС в проекції префронтальної кори і стовбура головного мозку.

Результати. Залежно від ступеня відновлення функцій центральної нервової системи (ЦНС) хворі розподілені на 2 групи: 122 (81,3%) пацієнти (I група) протягом 3 міс вийшли з ВС до різного рівня свідомості, у 28 (18,7%) хворих (II група) — зберігся ВС.

Відхилення ССВП виявлені у 60% пацієнтів, зменшення амплітуди, збільшення латентності, поліфазна форма МВП — у 88%. У хворих II групи відхилення МВП та ССВП більш виражені ($p<0,05$).

Після комплексного лікування з використанням програми ТМС відзначені позитивні зміни амплітудно-часових характеристик полімодальних викликаних потенціалів, зниження моторного порогу при ТМС переважно у хворих I групи.

Висновки. Застосування комплексної клінічної та НФ діагностики дозволило визначити ступінь порушення функцій кори великого мозку та провідникового апарату ЦНС, оцінити можливості їх відновлення. Включення до програми ранньої реабілітації лікувальної ТМС дозволило досягти позитивних результатів у вигляді підвищення рівня свідомості та нормалізації показників сенсомоторної системи.

Ключові слова: *черепно-мозкова травма; посткоматозні синдроми; діагностика; викликані потенціали.*

Український нейрохірургічний журнал. — 2016. — №1. — С.67-72.

Evaluation of the informative value of the neurophysiological methods of somatomotor system condition diagnosis in patients during the subacute period of severe traumatic brain injury

Oleksandr Kulyk, Albina Tretiakova

[1] Neurological and Neurosurgical Rehabilitation Research Centre, Brovary, Kiev Oblast, Ukraine
[2] Functional Diagnostics Department, Romodanov Neurosurgery Institute, Kiev, Ukraine

Received, September 16, 2015.
Accepted, December 21, 2015.

Address for correspondence:
Albina Tretiakova, Functional Diagnostics Department, Romodanov Neurosurgery Institute, 32 Platona Mayborody St, Kiev, Ukraine, 04050, e-mail: alia_t@mail.ru

Objective: To determine the informative value of polymodal evoked potentials as predictors of recovery and therapeutic possibilities of transcranial magnetic stimulation (TMS) for early rehabilitation of patients after severe traumatic brain injury (TBI).

Materials and methods: Progression studies and examinations of 150 patients with severe TBI who had been in a coma for over 10 days were carried out. The mean age of the patients was (22.9±6.66) years; males – 72%, females – 28%. The following methods were used: a combined clinical examination, neuroimaging, neurophysiological (NPh) techniques with motor evoked potentials (MEPs), somatosensory evoked potentials (SSEPs) recording. A prefrontal cortex and brain stem TMS was carried out in all the patients.

Results: According to the recovery of the central nervous system (CNS) function, the patients were subdivided into 2 groups: the 1st – 122 (81.3%) patients who emerged from a vegetative state (VS) into different levels of consciousness within 3 months, the 2nd group – 28 (18.7%) who continued to be in a VS.

The abnormalities of SSEP indices were found in 60% of the patients. The frequency peak down up, latency increase, MEPs polyphasic form were

© Кулик О.В., Третьякова А.І., 2016

observed in 88% of the examined patients. More significant index deviations were observed in the 2nd group.

After the combination therapy with the use of TMS program, positive changes of amplitude-time characteristics of polymodal evoked potentials, decrease of motor thresholds during TMS, were mainly observed in the 1st group of patients.

Conclusions: A complex clinico-NPh diagnosis allows qualified examiners to determine the degree of cortex and CNS conduction apparatus functional impairment and evaluate the possibilities of its recovery. The introduction of TMS into the early rehabilitation program makes it possible to receive positive clinical and NPh changes in the form of consciousness level increase and sensorimotor system indices normalization.

Key words: *traumatic brain injury; post coma syndrome; evoked potentials.*

Ukrainian Neurosurgical Journal. 2016;(1):67-72.

Оценка информативности нейрофизиологических методов диагностики состояния сенсомоторной системы больных в подостром периоде тяжелой черепно-мозговой травмы

Кулик А.В.[1], Третьякова А.И.[2]

[1] ООО «Научно-практический центр нейрореабилитации «Нодус», Бровары, Киевская обл.
[2] Отдел функциональной диагностики, Институт нейрохирургии им. акад. А.П. Ромоданова НАМН Украины, Киев, Украина

Поступила в редакцию 16.09.15. Принята к публикации 21.12.15.

Адрес для переписки:
Третьякова Альбина Игоревна, Отделение функциональной диагностики, Институт нейрохирургии им. акад. А.П. Ромоданова, ул. Платона Майбороды, 32, Киев, Украина, 04050, e-mail: alia_t@mail.ru

Цель исследования. Определить информативность полимодальных вызванных потенциалов в качестве предикторов восстановления сознания у пациентов, которые находятся в вегетативном состоянии (ВС), и терапевтических возможностей транскраниальной магнитной стимуляции (ТМС) проекционных зон коры большого мозга для ранней реабилитации больных после тяжелой черепно-мозговой травмы (ЧМТ).

Материалы и методы. Обследованы в динамике 150 пациентов с тяжелой ЧМТ, которые находились в коме более 10 сут. Возраст больных составил в среднем (22,9±6,66) года; мужчин — 108 (72%), женщин —42 (28%). Использовали методы комплексного клинического обследования, нейровизуализационные, нейрофизиологические (НФ) с регистрацией моторных (МВП) и соматосенсорных (ССВП) вызванных потенциалов. Всем больным проведена ТМС в проекции префронтальной коры и ствола головного мозга.

Результаты. В зависимости от степени восстановления функции центральной нервной системы (ЦНС), больные распределены на 2 группы: 122 (81,3%) пациента (I группа) в течение 3 мес вышли из ВС до разного уровня сознания, у 28 (18,7%) больных (II группа) — сохранилось ВС.

Отклонение показателей ССВП обнаружено у 60% пациентов, уменьшение амплитуды, увеличение латентности, полифазная форма МВП — у 88%. У больных II группы установлены более значительные отклонения показателей.

После комплексного лечения с использованием программы ТМС отмечены положительные изменения амплитудно-временных характеристик полимодальных вызванных потенциалов, уменьшение моторного порога при ТМС, преимущественно у больных I группы.

Выводы. Проведение комплексной клинической и НФ диагностики позволило установить степень нарушения функций коры большого мозга и проводникового аппарата ЦНС, оценить возможности их восстановления. Включение в программу ранней реабилитации лечебной ТМС позволило достичь положительных результатов в виде повышения уровня сознания и нормализации показателей сенсомоторной системы.

Ключевые слова: *черепно-мозговая травма; посткоматозные синдромы; вызванные потенциалы.*

Украинский нейрохирургический журнал. — 2016. — №1. — С.67-72.

Вступ. Однією з найважливіших проблем сучасної медицини є ЧМТ, частота якої, за даними літератури, становить 20–40% в структурі усіх травматичних пошкоджень черепа та головного мозку [1–3], і посідає перше місце за показниками летальності та інвалідизації серед населення працездатного віку [1]. В Україні частота ЧМТ щороку становить у різних регіонах від 2,3 до 6 (у середньому 4–4,2) на 1000 населення [4], щороку від ЧМТ вмирають 10–11 тис. хворих [5], тобто, смертність становить 2,4 на 10 тис. населення (у США — 1,8–2,2 на 10 тис. населення). Наслідки ЧМТ зумовлюють значні соціальні та економічні витрати.

В останні роки істотно збільшилася кількість публікацій, присвячених НФ аспектам діагностики хворих, які перебувають у ВС після ЧМТ, у відділеннях інтенсивної терапії, що пов'язане як з досягненнями

нейронаук, так і постійним удосконаленням клінічних і НФ підходів, що з високим ступенем надійності дозволяють визначати глибину і можливість регресу порушень в структурах ЦНС [6–9]. Значну увагу приділяють НФ дослідженням відповідей кори великого мозку на слухові, зорові, соматосенсорні електричні неноцицептивні та лазерні ноцицептивні стимули, а також їх кореляції з клінічною оцінкою. У хворих, які перебувають у ВС, больове сприйняття може бути основною функцією, а відповідь на різні методи стимуляції свідчить про ступінь відновлення пізнавальної та рухової поведінки, що дає можливість об'єктивно оцінити стан пацієнтів [10, 11].

Впровадження у клінічну практику методу ТМС, безболісного та неінвазивного, дозволило вивчати провідність еферентних корково-спинномозкових шляхів, збудливість та пластичні зміни в нейронах кори великого мозку, здійснювати експрес-тестування функціонального стану мотонейронів кори для оцінки ефективності лікування в динаміці [12–14].

Сьогодні існує нагальна потреба у стандартизованому використанні інформативних НФ показників у хворих з наслідками тяжкої ЧМТ з метою якомога швидшої оцінки функціонального результату, надійного контролю і корекції лікувальної тактики. Важливим напрямком розвитку проблеми є дослідження, що обгрунтовують впровадження в арсенал лікування хворих, які перебувають у ВС, після ЧМТ, нових, сучасних методів терапії [15, 16], при цьому наголошується на необхідності проведення НФ моніторингу протягом усього періоду спостереження.

Мета дослідження: визначити інформативність полімодальних викликаних потенціалів головного мозку як предикторів відновлення свідомості у хворих, які перебувають у ВС та терапевтичних можливостей ТМС проекційних зон кори великого мозку для ранньої реабілітації хворих після тяжкої ЧМТ.

Матеріали і методи дослідження. Клініко-інструментальні дослідження проведені у 150 пацієнтів за тяжкої ЧМТ, які перебували в комі понад 10 діб. Вік хворих у середньому (22,9±6,66) року, чоловіків було 108 (72%), жінок — 42 (28%).

Топографію і вираженість пошкодження головного мозку визначали на основі результатів комплексного клінічного обстеження, включаючи методи нейровізуалізації: КТ, МРТ після госпіталізації та в динаміці, а також дані інтраопераційної оцінки. В усіх хворих неодноразово проводили ЕКГ, біохімічні аналізи, залучали до консультації суміжних спеціалістів.

Стан свідомості пацієнтів оцінювали кількісно (від 1 до 10 балів) відповідно до стадії відновлення психічної діяльності за Доброхотовою (навед. за [17]): ВС і акінетичний аутизм — за відсутності у пацієнта зовнішніх ознак свідомості, тобто, продуктивного контакту, орієнтування у місці, часі і власній особистості (синдромів пригнічення свідомості). Після відновлення контакту з хворим визначали стан (стадію) мутизму з розумінням мови чи дезінтеграцією мови, що відносять до синдромів пригнічення свідомості, причому, наявність вкрай обмеженого вербального контакту не дозволяє встановити ступінь орієнтування постраждалого в собі і навколишньому. Стан з нестійким виконанням окремих елементарних інструкцій міг стати хронічним, його розцінювали як стан мінімального прояву свідомості.

Рівень свідомості визначали за шкалою коми Глазго (ШКГ) в динаміці. Оцінювали реакцію відкривання очей, мовні й рухові реакції. За кожний тест нараховували певну кількість балів: у тесті відкривання очей — від 1 до 4 балів, тесті мовних реакцій — від 1 до 5 балів, тесті на рухові реакції — від 1 до 6 балів. Таким чином, мінімальна кількість балів 3 (глибока кома), максимальна — 15 (ясна свідомість).

НФ методи діагностики включали: ТМС з реєстрацією кіркових та спінальних МВП, ССВП.

Здійснювали реєстрацію ССВП на електричну стимуляцію серединних нервів за тривалості імпульсу 0,2 мс, частоти 3–5 Гц, сили струму 5–15 мА. Аналізували наявність компонентів, латентність та амплітуду кіркового компонента N20, час центрального сенсорного проведення (ЧЦСП) — МПІ N13 -N20. Використовували фільтри нижніх частот 70 Гц і високих частот — 3 кГц. Епоха аналізу усереднених відповідей 50 мс при усередненні 1000 відповідей у двох серіях.

При ТМС визначали моторний поріг. Частотна смуга підсилювача 30–3000 Гц, проводили чотири серії усереднень, аналізували епоху тривалістю 150 мс.

Спочатку виявляли оптимальну позицію котушки над зоною моторної кори правої або лівої півкулі великого мозку, за якої МВП були максимальної амплітуди і мінімальної латентності. Інтенсивність стимуляції підвищували поступово на 5–10%. Моторний поріг визначали у відсотках відносно максимальної індукції магнітного стимулятора.

Для реєстрації МВП на стимуляцію сегмента спинного мозку котушку розташовували над остистим відростком відповідного хребця. За різницею латентності МВП на ТМС проекційної зони та сегментарної магнітної стимуляції визначали ЧЦМП.

НФ дослідження проведені на багатофункціональному комп'ютерному комплексі «Нейро-МВП-4» («Нейрософт», РФ) з використанням магнітного стимулятора «Нейро-МС-2» («Нейрософт», РФ) до початку курсу індивідуально розробленої програми ТМС терапії і в динаміці — протягом 1 міс, через 3, 6 і 12 міс.

Лікувальну ТМС проводили за допомогою магнітного стимулятора «Нейро-МС» («Нейрософт», РФ) над проекцією префронтальної кори і стовбура головного мозку, індукція магнітного поля понад 1,2 Тл, тривалість імпульсу 0,2 мс, частота 0,5–15 Гц. Тривалість курсу 24–28 сеансів щодня.

Статистична обробка отриманих даних проведена з використанням пакета прикладних програм Statistica 6, вибіркового методу: вибіркової середньої, похибки середньої; для визначення вірогідності різниці між групами — непараметричний метод: критерій χ^2 — для порівняння якісних показників та t-критерій — кількісних параметрів; для порівняння двох незалежних груп — метод Манна – Уїтні. Різницю вважали вірогідною при $p<0,05$.

Результати та їх обговорення. В усіх хворих виникненню ВС передувала кома з відповідними симптомами — відсутність свідомості, вузькі зіниці, що не реагують на світло, плаваючі рухи очних яблук, гіпотонія м'язів, гіпорефлексія. В неврологічному статусі спостерігали відсутність пізнавальних реакцій, усвідомлення себе і здатності взаємодіяти з навколишнім середовищем, хворі не фіксували погляд, відсутня реакція стеження, відсутні мовлення та ознаки його розуміння. При цьому спостерігали безладне чергування неспання і сну. У більшості (123) пацієнтів відзначені стійкі пози децеребрації та декортикації, відсутні цілеспрямовані зусилля до відтворення поведінкових реакцій на зорові, слухові, тактильні і больові стимули.

Відзначали розгальмовані примітивні моторні рухи у вигляді жування, смоктання, хапання, у багатьох — виражені трофічні розлади, проте, зберігалися автономні гіпоталамічні та стовбурові функції, що відповідали за діяльність серця, артеріальний тиск. Відзначали порушення центральної регуляції дихання у вигляді формування дихання машиноподібної форми, розладів ковтання, закупорювання дихальних шляхів слизом.

Залежно від ступеня відновлення функцій ЦНС хворі розподілені на 2 групи: 122 (81,3%) з них (I група) вийшли з ВС до різного рівня свідомості (від акінетичного мутизму до повного відновлення свідомості), у 28 (18,7%) (II група) — зберігався ВС протягом 3 міс спостереження.

Визначення свідомості за ШКГ та класифікації посткоматозних станів за Доброхотовою.

За ШКГ стан пацієнтів I групи оцінений у середньому (7,2±1,4) бала, II групи — (7,3±1,6) бала. В обох групах за тяжкістю травми і початковим клінічним станом значущих відмінностей не було. Після проведення ранньої реабілітації з використанням лікувальної ТМС в I групі статистично значуще змінився стан за ШКГ, у середньому (12,4±2,3) бала (p=0,0001). У пацієнтів II групи зміни були несуттєві, за ШКГ (7,4±1,7) бала (p=0,82). Встановлений кореляційний прямий зв'язок між наслідками травми за ШКГ і тяжкістю стану постраждалих (r=0,71, p=0,0001).

Через 3 міс після ранньої реабілітації з використанням курсу лікувальної ТМС пригнічення свідомості відзначали у 28 (18,7%) хворих, реінтеграцію свідомості — у 41 (27,3 %), перехідні синдроми — у 38 (25,3%), ясну свідомість — у 43 (28,7%).

Крім зазначених змін, у постраждалих I групи спостерігали істотну позитивну динаміку психічної, моторної, сенсорної, дихальної, серцево-судинної та інших систем. У II групі відзначали несуттєві зміни в ЦНС.

У I групі в неврологічному статусі у багатьох хворих відзначали появу пізнавальних реакцій, різний ступінь усвідомлення себе і здатності взаємодіяти з оточуючими, хворі фіксували погляд, з'явилися ознаки мови та її розуміння. Цикли неспання і сну чітко чергувалися. Зменшилася вираженість ознак децеребрації і декортикації, з'явилися цілеспрямовані зусилля до відтворення поведінкових реакцій на зорові, слухові, тактильні і больові стимули. Примітивні моторні рухи у вигляді жування, смоктання, хапання зникли або їх вираженість значно зменшилася. Також покращились функції дихання, зменшилися розлади ковтання. Відзначали істотне зменшення тяжкості спастичного паралічу, періостальних та сухожильних рефлексів, патологічних кистьових, стопних знаків.

Дослідження ССВП. При дослідженні ССВП на стимуляцію серединних нервів у 90 (60%) пацієнтів виявлене відхилення амплітудно-часових показників: у 41 (27,3%) — були відсутні кіркові відповіді (N20), у 81 (54%) — зменшення амплітуди викликаних потенціалів. З меншою частотою виявляли зміни часових показників у вигляді збільшення латентності компоненту N20 та МПІ N13–N20 в правій півкулі — у 18 (12%) хворих, у лівій півкулі — у 7 (4,7%). Зміни часових характеристик ССВП відображали порушення провідності в аферентних шляхах від ядер Голля та Бурдаха до кори великого мозку, периферійна провідність імпульсу не змінювалася. В 11 (7,33%) пацієнтів зміни ССВП зареєстровані з одного боку.

Найбільш частими змінами ССВП в I і II групах було зменшення амплітуди сенсорної відповіді.

При зіставленні результатів клінічної оцінки та ССВП встановлено, що у пацієнтів при змінах ССВП стан за ШКГ був вірогідно гірше — від 7 до 12 балів, у середньому (7,9±0,6) балів (p<0,001). Встановлено пряму залежність між тяжкістю неврологічного дефіциту за ШКГ та амплітудою компоненту N20 (r=0,79, p<0,001), тобто, чим більш тяжкий стан хворого, тим менша амплітуда сенсорної відповіді кори великого мозку.

Середньостатистичні амплітудно-часові показники в I і II групах під час первинного обстеження істотно не різнилися (p=0,68). Через 3 міс після курсу лікування у хворих I групи статистично значуще збільшилася амплітуда ССВП (p=0,0031); латентність N20 та ЧЦСП майже в усіх обстежених I групи були в межах норми ще до курсу лікування. У II групі значущі зміни не спостерігали.

За результатами аналізу динаміки відновлення амплітудно-часових показників ССВП, кірковий компонент ССВП можна вважати найбільш чутливим та інформативним критерієм щодо прогнозу відновлення функцій головного мозку.

Дослідження моторного порогу. При дослідженні порогу моторних відповідей (МВП) у хворих I і II груп у ВС середні значення у проекційній зоні м'язів правої та лівої кисті статистично значуще не різнилися (p=0,09). Після комплексного лікування з використанням ТМС у 75% хворих I групи виявлені зміни моторного порогу в лівій півкулі, у 85% — у правій півкулі. У хворих II групи моторний поріг залишався на рівні 100%.

Дослідження МВП. В усіх хворих у ВС відзначали зміни амплітудно-часових характеристик, форми та конфігурації МВП з м'язів кисті при ТМС правої або лівої півкулі великого мозку. Повна відсутність МВП при ТМС виявлена у 9 (6%) хворих, що свідчило про грубе ураження моторної кори або пірамідного шляху. Зменшення амплітуди, збільшення латентності, поліфазну форму МВП спостерігали у 132 (88%) обстежених.

У хворих I і II груп відзначали суттєве зменшення середніх значень амплітуди МВП при ТМС як правої, так і лівої півкулі великого мозку. При аналізі часових характеристик МВП відзначали збільшення латентності МВП та ЧЦМП в обох групах. У хворих I групи після проведення курсу лікування з використанням ТМС середня амплітуда кіркових МВП статистично значуще збільшилася як зліва, так і справа, виявлене відновлення й інших показників: зменшення латентності кіркових МВП та ЧЦМП. У пацієнтів II групи статистично значущі зміни кіркових МВП (з відвідного м'яза мізинця — m. abductor digiti minimi) не спостерігали ***(див. таблицю)***.

В літературі численні дослідження присвячені аналізу констатації смерті головного мозку з використанням електроенцефалографії та визначенням викликаних потенціалів, менше уваги приділяють доцільності вивчення викликаних потенціалів у прогнозуванні подальшого функціонального стану головного мозку у хворих, які перебувають у ВС. Прогностична цінність ССВП у хворих після ЧМТ зп несприятливого результату становить 98,5% [6]. У хворих, які перебувають у ВС, виявляють виражені зміни як амплітудних, так і часових значень ССВП, що свідчить про ураження сенсомоторної системи. Корковий компонент ССВП вважають найбільш чутливим і надійним показником

Амплітудно-часові показники МВП при ТМС у хворих, які перебували у ВС

Показник	Величина показника в групах (M±m)			
	I		II	
	dex	sin	dex	sin
Через 1 міс після травми				
ЧЦМП	11,2±2,1	10,9±2,1	11,5±2,2	11,3±3,1
Латентність кМВП	24,4±2,9	23,6±2,8	24,8±2,6	24±2,4
Амплітуда кМВП	0,8±1,5	1,0±2,1	0,7±1,6	0,9±2,0
Через 3 міс після травми				
ЧЦМП	10,3±1,95*	10,5±3,8	11,3±2,1	10,9±2,8
Латентність кМВП	23,5±2,8*	22,8±2,07*	24,9±2,2	23,8±2,1
Амплітуда кМВП	1,2±1,2*	1,5±2,2*	0,6±1,8	0,8±2,2

*Примітка.** — різниця показників статистично значуща за критерієм Манна – Уїтні у порівнянні з такими через 1 міс після травми (p<0,05–0,01); кМВП — кірковий МВП.

відновлення функцій головного мозку, що відповідає і нашим даним. Проте, часові характеристики під час реєстрації коркової відповіді у більшості спостережень залишалися в межах норми. Зміна амплітуди компонента N20 ССВП може свідчити про дисфункцію сенсомоторної кори, а збільшення латентності N20 і ЧЦСП — зміни в аферентних провідних шляхах.

За травматичної коми, відсутність реєстрації ССВП не виключає можливості відновлення свідомості, нормальні ССВП не гарантують уникнення ВС. Збільшення тривалості ЧЦСП є своєрідним індикатором погіршення функцій головного мозку під час ВС [18].

Методи ССВП та МВП не мають нозологічної специфічності, проте, дозволяють визначити локалізацію, характер і ступінь тяжкості порушення функцій кори великого мозку і провідних шляхів.

Відзначено можливість оцінки функціональної перебудови у моторній корі за допомогою аналізу моторного порогу і МВП при ТМС [13, 14]. У нашому дослідженні збільшення моторного порогу і зменшення амплітуди МВП кори великого мозку при ТМС у хворих, які перебувають у ВС, відображає зміну більшою мірою моторної кори. Ці зміни можуть бути як органічними, так і функціональними. На часові характеристики МВП при ТМС (латентність і ЧЦМП) більшою мірою впливає ураження пірамідного шляху, меншою мірою — безпосередньо кори великого мозку.

Наявність у хворих змін амплітудно-часових значень при ТМС і ССВП не тільки в ураженій півкулі і провідних шляхах, а й в неураженій, свідчить про функціональні зміни, в основі яких, ймовірно, лежать метаболічні процеси і процеси апоптозу [19].

Впровадження методики ТМС в комплекс лікування пацієнтів, які перебувають у ВС, сприяє статистично значущому збільшенню рівня свідомості за ШКГ, зменшенню частоти посткоматозних станів (за Доброхотовою), позитивному неврологічному відновленню. У хворих, які перебувають у ВС після ЧМТ, курс лікувальної ТМС сприяв зниженню моторного порогу, переважно в лівій півкулі великого мозку, нормалізації амплітудно-часових характеристик МВП. Це підтверджене в роботах інших авторів [16, 18, 20]. З огляду на позитивні зміни клінічного стану таких хворих, використання курсу лікувальної ТМС можна рекомендувати для широкого впровадження в клінічну практику.

Підсумовуючи результати обстеження пацієнтів у підгострому періоді тяжкої ЧМТ, слід відзначити, що не можна виділити одну НФ методику, що дозволяла б однозначно прогнозувати функціональне відновлення. Тільки комплексний підхід до оцінки клінічних ознак, даних нейровізуалізаційного та НФ дослідження дозволяє встановити тяжкість патологічних змін та можливості відновлення.

Висновки. 1. На основі аналізу результатів комплексної НФ діагностики та їх клінічної інтерпретації, що дозволяють визначити локалізацію, характер і тяжкість порушення функцій кори великого мозку і провідного апарату ЦНС у постраждалих після тяжкої ЧМТ, запропоновані показники МВП та ССВП як критерії, що з великим ступенем ймовірності дозволяють прогнозувати вихід пацієнтів з ВС, особливо при дослідженні в динаміці.

2. Включення у програму ранньої реабілітації пацієнтів, які перебувають у ВС після тяжкої ЧМТ, курсу лікувальної ТМС сприяло досягненню позитивних клінічних та НФ змін у вигляді підвищення рівня свідомості та відновлення показників сенсорно-моторної систем у більш ранні строки та у відносно більшої кількості хворих, ніж при лікуванні без використання ТМС.

Список літератури

1. Педаченко Є.Г. Черепно-мозкова травма: сучасні принципи невідкладної допомоги, стандарти діагностики та лікування [Електронний ресурс] // Острые и неотлож. состояния в практике врача. Изд. дом «Здоровье Украины», 2010. — Режим доступу: http://urgent.com.ua/article/305.html
2. Лихтерман Б.Л. Особенности становления нейрохирургии в США / Б.Л. Лихтерман // Журн. Вопр. нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. — 2005. — №2. — С.40–43.
3. Donkin J.J. Mechanisms of cerebral edema in traumatic brain injury: therapeutic developments / J.J. Donkin, R. Vink // Curr. Opin. Neurol. — 2010. — V.23, N3. — P.293–299.
4. Педаченко Є.Г. Сучасні стандарти і організація лікувально-діагностичного процесу при черепно-мозковій травмі / Є.Г. Педаченко, А.М. Морозов // Вісн. соц. гігієни та організації охорони здоров'я України. — 1999. — №1. — С.115–120.
5. Черепно-мозговая травма: современные принципы неотложной помощи: учеб.-метод. пособие / Е.Г. Педаченко, И.П. Шлапак, А.П. Гук, М.Н. Пилипенко. — К.: ЗАО «Випол», 2009. — 216 с.
6. Fischer C. Evoked potentials for the prediction of vegetative state in the acute stage of coma / C. Fischer, J. Luaute // Neuropsychol. Rehabil. — 2005. — V.15, N3–4. — P.372–380.
7. Morgalla M.H. Long-term outcome prediction after a traumatic brain injury using early somatosensory and acoustic evoked potentials: analysis of the predictive value of the different single components of the potentials / M.H. Morgalla, M. Tatagiba // Neurodiagn. J. — 2014. — V.54, N4. — P.338–352.

8. Technology-based assessment in patients with disorders of consciousness / C. Di Perri, L. Heine, E. Amico, A. Soddu, S. Laureys, A. Demertzi // Ann. Ist. Super Sanita. — 2014. — V.50, N3. — P.209–220.
9. Vegetative versus minimally conscious states: a study using TMS-EEG, sensory and event-related potentials / A. Ragazzoni, C. Pirulli, D. Veniero, M. Feurra, M. Cincotta, F. Giovannelli, R. Chiaramonti, M. Lino, S. Rossi, C. Miniussi // PLoS One. — 2013. — V.8, N2. — e57069.
10. Cortical responses to salient nociceptive and not nociceptive stimuli in vegetative and minimal conscious state / M. de Tommaso, J. Navarro, C. Lanzillotti, K. Ricci, F. Buonocunto, P. Livrea, G.E. Lancioni // Front Hum. Neurosci. — 2015. — V.9. — P.17.
11. Positive prognostication from median-nerve somatosensory evoked cortical potentials / D. Cruse, L. Norton, T. Gofton, G.B. Young, A.M. Owen // *Neurocrit. Care.* — 2014. — V.21, N2. — P.238—244.
12. Никитин С.С. Магнитная стимуляция в диагностике и лечении болезней нервной системы: руководство для врачей / С.С. Никитин, А.Л. Куренков. — М.: САШКО, 2003. — 378 с.
13. The clinical diagnostic utility of transcranial magnetic stimulation: Report of an IFCN committee / R. Chen, D. Cros, A. Curra, V. Di Lazzaro, J.P. Lefaucheur, M. R. Magistris, K. Mills, K. M. Rosler, W. J. Triggs, Y. Ugawa, U. Ziemann // Clin. Neurophysiol. — 2008. — V.119, N3. — P.504–532.
14. Abnormal corticospinal excitability in patients with disorders of consciousness / N. Lapitskaya, O. Gosseries, V. De Pasqua, A.R. Pedersen, J.F. Nielsen, A.M. de Noordhout, S. Laureys // Brain Stimul. — 2013. — V.6, N4. — P.590–597.
15. Neurostimulation for traumatic brain injury / S.S. Shin, C.E. Dixon, D.O. Okonkwo, R.M. Richardson // J. Neurosurg. — 2014. — V.121, N5. — P.1219–1231.
16. It takes two: noninvasive brain stimulation combined with neurorehabilitation / S.J. Page, D.A. Cunningham, E. Plow, B. Blazak // Arch. Phys. Med. Rehabil. — 2015. — V.96, N4. — P.89–93.
17. Зайцев О.С. Нейрореаниматология. Выход из комы (терапия посткоматозных состояний) / О.С. Зайцев, С.В. Царенко. — М.: Литасс, 2012. — 120 с.
18. Клинико-диагностические аспекты вегетативного состояния: учеб.-метод. руководство / Р.Ф. Гимранов, З.А. Кубанов, М.И. Князева, Ж.В. Гимранова, А.М. Танатарова, Р.Р. Галимов. — М.: РУДН, 2007. — 15 с.
19. Anatomical methods in cell death / J.F. Ken, C.C. Gobe, C.M. Winterford, B.V. Harmon // Methods Cell. Biol. — 1995. — V.46. — P.1–27.
20. Использование мультимодальных вызванных потенциалов в прогнозе бессознательных состояний после черепно-мозговой травмы / Р.Ф. Гимранов, С.Н. Москаленко, Ж.В. Гимранова, С.М. Корытин // Материалы науч.-практ. конф. «Актуальные вопросы клинической и авиационной медицины». — М., 2008. — С.125–127.

References

1. Pedachenko EG. Cherepno-mozkova travma: suchasni pryntsypy nevidkladnoyi dopomohy, standarty diahnostyky ta likuvannya [Traumatic brain injury: the modern principles of emergency care, standards of diagnosis and treatment] [Internet]. Difficult and Urgent Situations in Doctor's Practice. PH "Health of Ukraine"; 2010. [cited 2015 August 20]. — Available at: http://urgent.com.ua/article/305.html
2. Likhterman BL. [The specific features of establishment of neurosurgery in the USA]. Zh Vopr Neirokhir Im N N Burdenko. 2005 Apr-Jun;(2):40-3. Russian. PMID:16078635.
3. Donkin JJ, Vink R. Mechanisms of cerebral edema in traumatic brain injury: therapeutic developments. Curr Opin Neurol. 2010; Jun; 23(3):293-9. doi:10.1097/WCO.0b013e328337f451. PMID:20168229.
4. Pedachenko EG, Morozov AM. [Modern standards and the organization of medical-diagnostic process in traumatic brain injury]. Journal of Social Hygiene and Public Health Organization Ukraine. — 1999;(10):115-20. Ukrainian.
5. Pedachenko EG, Shlapak IP, Huk AP, Pylypenko MN. Cherepno-mozgovaya travma: sovremennyye printsipy neotlozhnoy pomoshchi: ucheb.-metod. posobiye [Traumatic brain injury: Modern Principles emergency assistance: Guidelines]. Kiev: Company "Vypol", 2009. Russian.
6. Fischer C, Luaute J. Evoked potentials for the prediction of vegetative state in the acute stage of coma. Neuropsychol Rehabil. 2005; Jul-Sep;15(3-4):372-80. doi:10.1080/09602010443000434. PMID:16350978.
7. Morgalla MH, Tatagiba M. Long-term outcome prediction after a traumatic brain injury using early somatosensory and acoustic evoked potentials: analysis of the predictive value of the different single components of the potentials. Neurodiagn J. 2014; Dec; 54(4):338-52. doi:10.1080/21646821.2014.11106818. PMID:25675704.
8. Di Perri C, Heine L, Amico E, Soddu A, Laureys S, Demertzi A. Technology-based assessment in patients with disorders of consciousness. Ann Ist Super Sanita. 2014;50(3):209-20. doi:10.4415/ANN_14_03_03. PMID:25292268.
9. Ragazzoni A, Pirulli C, Veniero D, Feurra M, Cincotta M, Giovannelli F, Chiaramonti R, Lino M, Rossi S, Miniussi C. Vegetative versus minimally conscious states: a study using TMS-EEG, sensory and event-related potentials. PLoS One. 2013;8(2):e57069. doi:10.1371/journal.pone.0057069. PMID:23460826.
10. de Tommaso M, Navarro J, Lanzillotti C, Ricci K, Buonocunto F, Livrea P, Lancioni GE. Cortical responses to salient nociceptive and not nociceptive stimuli in vegetative and minimal conscious state. Front Hum Neurosci. 2015 Jan 29;9:17. doi:10.3389/fnhum.2015.00017. PMID:25688200.
11. Cruse D, Norton L, Gofton T, Young GB, Owen AM. Positive prognostication from median-nerve somatosensory evoked cortical potentials. Neurocrit Care. 2014 Oct;21(2):238-44. doi:10.1007/s12028-014-9982-y. PMID:24865267.
12. Nikitin SS, Kurenkov AL. Magnitnaya stimulyatsiya v diagnostike i lechenii bolezney nervnoy sistemy: rukovodstvo dlya vrachey [Magnetic stimulation in the diagnosis and treatment of diseases of the nervous system: Guidelines for doctors]. Moscow: SASHKO; 2003. Russian.
13. Chen R, Cros D, Curra A, Di Lazzaro V, Lefaucheur JP, Magistris MR, Mills K, Rosler KM, Triggs WJ, Ugawa Y, Ziemann U. The clinical diagnostic utility of transcranial magnetic stimulation: Report of an IFCN committee. Clin Neurophysiol. 2008 Mar;119(3):504-32. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.clinph. PMID:18063409.
14. Lapitskaya N, Gosseries O, De Pasqua V, Pedersen AR, Nielsen JF, de Noordhout AM, Laureys S. Abnormal corticospinal excitability in patients with disorders of consciousness. Brain Stimul. 2013 Jul;6(4):590-7. doi:10.1016/j.brs.2013.01.002. PMID:23403267.
15. Shin SS, Dixon CE, Okonkwo DO, Richardson RM. Neurostimulation for traumatic brain injury. J Neurosurg. 2014 Nov;121(5):1219-31. doi:10.3171/2014.7.JNS131826. PMID:25170668.
16. Page SJ, Cunningham DA, Plow E, Blazak B. It takes two: noninvasive brain stimulation combined with neurorehabilitation. Arch Phys Med Rehabil. 2015; Apr;96 (4 Suppl):89-93. doi:10.1016/j.apmr.2014.09.019. PMID:25813373.
17. Zaitsev OS, Tsarenko SV. Neyroreanimatologiya. Vykhod iz komy (terapiya posle komatoznykh sostoyaniy) [Neyroresuscitation. Exit of the coma (therapy after comatose states)]. Moscow: Litass; 2012. Russian.
18. Gimranov RF, Kuban ZA, Knyazev MI, Gimranova ZhV, Tanatarova AM, Galimov RR. Kliniko-diagnosticheskiye aspekty vegetativnogo sostoyaniya: ucheb.-metod. rukovodstvo [Clinical and diagnostic aspects of vegetative state: Guidelines]. Moscow: RUDN, 2007. Russian.
19. Ken JF, Gobe CC, Winterford CM, Harmon BV. Anatomical methods in cell death. Methods Cell Biol. 1995;46:1-27. PMID:7609651.
20. Gimranov RF, Moskalenko SN, Gimranova ZhV, Korytin SM. Ispol'zovaniye mul'timodal'nykh vyzvannykh potentsialov v prognoze bessoznatel'nykh sostoyaniy posle cherepno-mozgovoy travmy [The use of multimodal evoked potentials in the predictions of unconsciousness after a traumatic brain injury]. In: Abstracts Book of conference "Actual problems of clinical and aviation medicine"; 2008 May 28; Moscow, Russian. Moscow, 2008. p.125-7. Russian.