

УДК 616.831–005.1:616.831–001]:615.83(048.8)
EDN: BVUXXP

Обзор

ФИЗИОТЕРАПЕВТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ЛЕЧЕНИЯ ЦЕРЕБРОВАСКУЛЯРНОЙ ПАТОЛОГИИ (ОБЗОР)

М.А. Бровко — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, аспирант кафедры нейрохирургии; **А.А. Чехонацкий** — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, заведующий кафедрой нейрохирургии, доктор медицинских наук; **Е.П. Ковалев** — главный врач ГУЗ ГКБ №1 им. Ю.Я. Гордеева; **С.П. Бажанов** — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, НИИ травматологии, ортопедии и нейрохирургии, начальник отдела инновационных проектов в нейрохирургии и вертебрологии, доктор медицинских наук; **В.И. Цыганов** — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, ассистент кафедры нейрохирургии, кандидат медицинских наук; **В.В. Красникова** — ФГБОУ ВО «Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского» Минздрава России, студентка.

PHYSIOTHERAPEUTIC METHODS OF TREATMENT OF CEREBROVASCULAR PATHOLOGY (REVIEW)

M.A. Brovko — Saratov State Medical University, Department of the Neurosurgery, Post-graduate Student; **A.A. Chekhonatskiy** — Saratov State Medical University, Head of the Department of Neurosurgery, DSc; **E.P. Kovalev** — City Clinical Hospital №1 n. a. Yu. Ya. Gordееv, Chief Physician; **S.P. Bazhanov** — Saratov State Medical University, Scientific Research Institute of Traumatology, Orthopedics and Neurosurgery, Head of the Division of Innovative Projects for Neurosurgery and Vertebrology, DSc; **V.I. Tsyganov** — Saratov State Medical University, Instructor of the Department of Neurosurgery, PhD; **V.V. Krasnikova** — Saratov State Medical University, Student.

Дата поступления — 20.07.2022 г.

Дата принятия в печать — 29.08.2022 г.

Для цитирования: Бровко М. А., Чехонацкий А. А., Ковалев Е. П., Бажанов С. П., Цыганов В. И., Красникова В. В. Физиотерапевтические методы лечения цереброваскулярной патологии (обзор). Саратовский научно-медицинский журнал 2022; 18 (3): 370–374. EDN: BVUXXP.

Цель: проанализировать имеющиеся в литературе сведения по эффективности применения физиотерапии при цереброваскулярной патологии по данным исследований специалистов, занимающихся проблемами лечения и реабилитации последствий заболеваний из данной группы патологий. Для написания обзора изучены базы данных: PubMed, MEDLINE, Cochrane Library, eLibrary с использованием ключевых слов: «pudendal neuralgia», «surgical treatment», «open decompression of the genital nerve», «pulse radiofrequency denervation». Глубина поиска — с 1990 по 2022 г. Количество проанализированных источников — 56, для обзора отобраны 22 из них. В данной публикации представлены основные новые методы физиотерапии в лечении и реабилитации при цереброваскулярной патологии на примере инсульта и последствий черепно-мозговой травмы. **Заключение.** Несмотря на наличие разнообразных методик реабилитационного физиофункционального лечения последствий цереброваскулярных заболеваний, в настоящее время не существует единого алгоритма их использования, в связи с чем вопрос выбора наиболее оптимального способа и/или комбинации методов физиотерапии остается открытым.

Ключевые слова: цереброваскулярные заболевания, физиотерапевтические методы лечения.

For citation: Brovko MA, Chekhonatskiy AA, Kovalev EP, Bazhanov SP, Tsyganov VI, Krasnikova VV. Physiotherapeutic methods of treatment of cerebrovascular pathology (review). Saratov Journal of Medical Scientific Research 2022; 18 (3): 370–374. EDN: BVUXXP.

Objective: to analyze the data available in the literature on the effectiveness of physiotherapy in cerebrovascular pathology according to the research of specialists dealing with the problems of treatment and rehabilitation of the consequences of diseases in this group of pathologies. To write the review we studied databases: PubMed, MEDLINE, Cochrane Library, eLibrary using keywords: “pudendal neuralgia”, “surgical treatment”, “open decompression of the genital nerve”, “pulse radiofrequency denervation”. Depth of search — from 1990 to 2022. The number of analyzed sources is 56, 22 of them were selected for the review. This publication presents the main new methods of physiotherapy in the treatment and rehabilitation of cerebrovascular pathology, with the example of stroke and the consequences of cranio-cerebral trauma. **Conclusion.** Despite the availability of various methods of rehabilitation physio-functional treatment of the consequences of cerebrovascular diseases, there is currently no clear algorithm for their use, and therefore the question of choosing the most optimal method and/or combination of physiotherapy methods remains open.

Keywords: cerebrovascular diseases, physiotherapeutic methods of treatment.

Введение. В настоящее время физиотерапия рассматривается как область междисциплинарной медицинской деятельности, главным предметом которой является сохранение, поддержание и восстановление здоровья человека во время болезни. Это означает, что физиотерапия используется для восстановления физического и физиологического благополучия человека [1, 2].

Актуальность проблемы физиотерапии у пострадавших от цереброваскулярной патологии пациентов общепризнана во всем мире. В ряде индустриально развитых стран исследования по проблеме физиотерапии и реабилитации возведены в ранг общенациональных программ. Это не случайно, так как из-за своей высокой частоты, повсеместной распространенности, а также высокой летальности и инвалидизации пострадавших от поражений сосудов головного мозга она стала не только медицинской, но и серьезной социально-экономической проблемой. Несмотря на большое количество публикаций по физиотерапии при цереброваскулярной патологии, куда обычно относят различные виды инсульта и последствия черепно-мозговой травмы (ЧМТ), проблеме уделяется явно недостаточное внимание не только в нашей стране, но и за рубежом.

Реабилитационная практика широко использует физиотерапевтические подходы для повышения функциональных возможностей организма, поддержания адаптационных механизмов, уменьшения симптомов основного заболевания [3, 4].

Цель — проанализировать имеющиеся в литературе сведения по эффективности применения физиотерапии при цереброваскулярной патологии по данным исследований специалистов, занимающихся проблемами лечения и реабилитации последствий заболеваний из данной группы патологий.

Для написания обзора изучены базы данных: PubMed, MEDLINE, Cochrane Library, eLibrary с использованием ключевых слов: «pudendal neuralgia», «surgical treatment», «open decompression of the genital nerve», «pulse radiofrequency denervation». Глубина поиска — с 1990 по 2022 г. Количество проанализированных источников — 56. Для обзора отобраны 22 из них. В данной публикации представлены основные новые методы физиотерапии в лечении и реабилитации при цереброваскулярной патологии на примере инсульта и последствий ЧМТ.

Один из методов лечения и реабилитации цереброваскулярной патологии — гальванизация, а именно гальванизация воротниковой зоны, или гальванический воротник по А.Е. Щербаку [5]. Активизация кровообращения является фактором, обеспечивающим многие компоненты лечебного процесса. Это улучшение трофики тканей, удаление продуктов метаболизма из патологических очагов, рассасывание инфильтратов при воспалительных процессах, размягчение и рассасывание рубцов, регенерация поврежденных тканей, нормализация нарушенных функций. Гальванизация оказывает стимулирующее влияние на регулируемую функцию нервной и эндокринной систем, активизирует функции симпатoadrenalовой и холинэргической систем, стимулирует трофические и энергетические процессы в организме. Гальванизация повышает реактивность организма и устойчивость его к внешним воздействиям.

В последние годы для прогнозирования исходов инсульта и ЧМТ применяется транскраниальная магнитная стимуляция (ТМС). Транскраниальная физиотерапия является одним из перспективных направлений повышения эффективности восстановительного лечения больных с сосудистой патологией мозга. Она предусматривает возможность непосредственного воздействия физическими факторами на структуры головного мозга с целью коррекции различных функциональных нарушений. Данная методика может быть использована также в профилактических целях для укрепления адаптационных возможностей организма и нормализации гомеостатических процессов [6].

ТМС — это современный нейрофизиологический метод, позволяющий исследовать функциональное состояние моторной системы в норме и при различных заболеваниях центральной и периферической нервной системы, сопровождающихся двигательными расстройствами [7]. ТМС основана на принципе электромагнитной индукции Фарадея и заключается в применении быстро меняющихся магнитных полей через катушку из медной проволоки, соединенную с магнитным стимулятором. Эти короткие импульсные магнитные поля в 1–4 Тесла проходят через череп и создают электрические токи в отдельных областях мозга. Применительно к одиночным импульсам ТМС, соответствующим образом доставленным во времени и пространстве, токи, индуцируемые в мозге, могут иметь достаточную величину, чтобы деполяризовать популяцию нейронов и вызвать определенный феномен. Применение парных импульсов ТМС может использоваться для оценки интракортикальных тормозных/возбуждающих цепей и корково-кортикальной связи. Повторяющиеся серии ТМС, или ритмичные (pTMS), применяемые к целевым областям мозга, могут подавлять или облегчать корковые процессы в зависимости от параметров стимуляции.

В большинстве случаев непрерывная низкочастотная (≤ 1 Гц) pTMS снижает возбудимость подлежащей коры, в то время как «всплески» прерывистой высокочастотной (≥ 5 Гц) pTMS повышают ее. Кроме того, подтип pTMS, известный как стимуляция Theta Burst Stimulation (TBS), включает очень короткие высокочастотные (50 Гц) последовательности стимулов, доставляемых с перерывами или непрерывно с частотой 5 Гц. TBS может повышать или снижать возбудимость при применении в прерывистой (iTBS) или непрерывной (cTBS) парадигме соответственно [8].

При многократной неинвазивной безболезненной стимуляции моторного тракта посредством коротких магнитных импульсов ТМС способствует формированию новых синаптических связей, непосредственно активирует сохраненные двигательные нейроны прецентральной извилины, восстанавливает межполушарный баланс, то есть может влиять на скорость обретения новых навыков [9].

Транскраниальная посылка магнитных импульсов в сочетании с магнитной стимуляцией периферического отдела нервной системы сопровождается дополнительным усилением нейростатических процессов в коре головного мозга за счет обеспечения афферентного потока с паретичной конечности. Стимуляция двигательных центров и афферентных структур нервно-мышечного аппарата способствует восстановлению разъединенных физиологических связей и активации дополнительных межнейро-

нальных синаптических контактов, направленных на реорганизацию коркового моторного представительства и повышению функциональной активности пирамидного пути [10]. Целесообразность включения ТМС в комплекс реабилитационного лечения больных с цереброваскулярной патологией подтверждается тем, что пациент восстанавливается в более короткие сроки в отличие от других методов нейро-реабилитации.

В проведенных до настоящего момента исследованиях получены положительные результаты при применении низко- и высокочастотной ТМС. Одна из первых серьезных работ, показавших терапевтическую эффективность низкочастотной ТМС для моторной функции, была опубликована в 2005 г. Позднее появилось большое число исследований, доказывающих эффективность низкочастотной ТМС в восстановлении моторных функций [11].

Помимо ТМС, в современной физиотерапии цереброваскулярной патологии рассматривают транскраниальную стимуляцию постоянным током (tDCS). Это один из методов неинвазивной стимуляции мозга, который может повышать или снижать возбудимость коры в зависимости от полярности (анодная или катодная) и использоваться для модуляции синаптической пластичности для обеспечения долгосрочного функционального восстановления через длительную депрессию или потенциацию [12]. Краткосрочные эффекты tDCS, вероятно, вызываются не синаптическим механизмом и являются результатом деполяризации покоящейся мембраны нейронов, предположительно вызванной изменениями трансмембранных белков и изменениями ионов водорода, связанных с электролизом.

Считается, что долгосрочные эффекты зависят от изменений в активации NMDA-рецепторов, а также гипер- и деполяризации нейронов и, таким образом, могут иметь сходство с LTP и LTD. Кроме изучения представленных эффектов, было проведено функциональное нейровизуализационное исследование, изучающее эффекты tDCS, и оно продемонстрировало стойкие изменения в метаболизме кислорода, согласующиеся с расположением электродов и модуляцией нейронной сети. Следовательно, tDCS может изменять спонтанную активность и вызывать «усиление» синапсов, а также модулировать пластичность, зависящую от нейротрансмиттеров, на сетевом уровне. tDCS улучшает моторное обучение у здоровых субъектов и пациентов с инсультом, речь у нормальных субъектов и пациентов с афазией, вербальную беглость и вербальную рабочую память у здоровых субъектов, а также применяется для лечения пациентов с ранней стадией болезни Альцгеймера.

В целом tDCS представляет собой портативный безопасный неинвазивный метод модуляции корковой возбудимости с разумным топографическим разрешением и надежным экспериментальным ослеплением. Он может локально подавлять или усиливать активацию нейронов у пациентов после ЧМТ в зависимости от размера и расположения наложенных электродов и, следовательно, способствует минимизации повреждений и содействует функциональному восстановлению [13, 14].

Катодную tDCS можно использовать для подавления острой глутаматергической повышенной возбудимости после ЧМТ. На подострой стадии, когда ГАМКергическая активность чрезмерна и вызывает неврологические, когнитивные и функциональные расстройства, анодная tDCS может повышать воз-

будимость для противодействия этим аберрантным ГАМКергическим эффектам. На хронической стадии стимуляция мозга в сочетании с реабилитацией может ускорить восстановление корковой пластичности, нарушений поведения, обучение новым навыкам и др. На этом этапе относительная простота использования и портативность tDCS может позволить модулировать пластичность с помощью сопутствующих методов лечения, таких как когнитивно-поведенческая, профессиональная психотерапия и др. [15].

Одним из многообещающих видов лечения и реабилитации цереброваскулярной патологии является нейромышечная электрическая стимуляция (NMES). NMES предусматривает использование электрического тока для сокращения парализованных или паретичных мышц. Механизм действия электростимуляции основан на том, что под ее влиянием создается целенаправленная интенсивная афферентация со стимулируемых мышц, приводящая к растормаживанию и стимуляции временно инaktivированных нервных элементов. При проведении NMES воздействуют, как правило, на антагонисты спастичных мышц: разгибатели кисти и пальцев, сгибатели стопы. При использовании многоканальных стимуляторов можно одновременно воздействовать на несколько мышечных групп [16]. Нижние двигательные нейроны для мышц-мишеней должны быть интактными, чтобы NMES могла эффективно вызывать мышечные сокращения, поэтому такая электростимуляция обычно применима только у пациентов, у которых паралич или парез вызван повреждением верхнего двигательного нейрона (например, инсультом, ЧМТ и др.). NMES можно применять к паретичным мышцам с помощью поверхностных электродов, расположенных на коже над двигательными точками целевых мышц, или с помощью электродов, имплантированных рядом или на двигательных точках мышц или нервах, иннервирующих целевые мышцы. Электрический ток, генерируемый большинством устройств NMES, можно охарактеризовать как форму импульсов с определенной частотой, шириной и амплитудой. Силу вызванного мышечного сокращения можно регулировать, изменяя параметры импульса.

NMES для реабилитации после инсульта верхних конечностей обычно применяется к мышцам локтя, запястья и/или разгибателям кисти. NMES используется для улучшения сгибания голеностопного сустава и более нормальной походки [12]. У больных в отдаленный период перенесенного инсульта, у которых исчерпаны возможности двигательного переобучения, NMES можно использовать в качестве нейропротеза. Основная задача нейропротеза — позволить пациентам выполнять функциональные задачи с пораженной верхней конечностью или ходить, используя устройство как часть повседневной жизни. Улучшенная функция, реализуемая при использовании аппарата NMES, называется нейропротезным эффектом.

Некоторые методики NMES могут также влиять на центральную нервную систему в плане контроля выполняемого движения. Например, NMES может способствовать переобучению моторики, предоставляя уникальный искусственный способ обеспечения синхронизированной пре- и постсинаптической активности (пластичность Хебба), особенно если электрическая стимуляция сочетается с одновременным произвольным усилием, которое активирует остаточные верхние двигательные нейроны. Было показано, что возбудимость коры, оцениваемая путем из-

мерения моторных вызванных потенциалов в ответ на ТМС, увеличивается больше, когда NMES сочетается с произвольным мышечным сокращением. Это открытие предполагает, что эффект NMES на возбудимость коры улучшается за счет одновременного произвольного коркового возбуждения [13].

Несколько исследователей выдвинули гипотезу о том, что NMES, запускаемая электромиографией (ЭМГ), способствует функциональной реорганизации коры, вызывая долговременную потенциацию в сенсомоторной коре, вызванную проприоцептивной и кожной афферентной обратной связью, происходящей одновременно с попыткой движения. Было показано, что режим NMES, запускаемый с помощью ЭМГ, повышает метаболическую активность в верхней конечности, определенную с помощью позитронно-эмиссионной томографии в противоположном очагу поражения полушария мозга (дополнительная моторная область, первичная моторная кора и первичная соматосенсорная кора), а также увеличивает интенсивность корковой активности, связанной с руками, определенной с помощью функциональной магнитно-резонансной томографии в соматосенсорной коре противоположного очагу полушария мозга [14].

В отличие от этого сдвиг индекса латеральности в сторону ипсилезной сенсомоторной коры был показан после ЭМГ-триггерной NMES, и перфузия коры головного мозга, измеренная с помощью ближней инфракрасной спектроскопии, была выше в ипсилезной сенсомоторной коре во время ЭМГ-триггерной NMES, чем во время ЭМГ-контролируемой NMES [15]. Нейромодуляция — терапевтически перспективная методика, поскольку она может способствовать и/или инициировать восстановление соматосенсорных и других навыков коры головного мозга после перенесенного инсульта и ЧМТ. Это возможно, потому что эффекты нейромодуляции включают индуцированную или усиленную пластичность, о чем свидетельствуют изменения передачи сигнала между нейронами [17].

Среди применяемых в лечении больных с цереброваскулярной патологией физических методов старейшим и наиболее распространенным считается электрофорез лекарственных веществ. Лекарственный электрофорез представляет собой одновременное воздействие с лечебной целью на организм больного постоянного тока и лекарственного вещества, поступающего с током через неповрежденные кожные покровы или слизистые оболочки.

Лекарственный электрофорез является сложным электрофармакотерапевтическим методом, основные особенности которого обусловлены сочетанным действием на организм постоянного электрического тока и вводимых лекарственных веществ. Важнейшие их механизмы — повышение чувствительности тканей к лекарственному веществу, уменьшение частоты побочных эффектов, высокая локальная концентрация лекарственного вещества [18].

В современной физиотерапии применяют эндоназальный электрофорез с альфа-глутаминовой кислотой, ацетилсалициловой кислотой, Аминалоном, Мексипримом®, а также используют Инстенон® и Актовегин®. Препарат Мексиприм обладает мультимодальным эффектом, сочетающим антиоксидантное и антигипоксическое действие, оказывает анксиолитический и вегето-стабилизирующий эффект. Определяющим фактором для использования Мексиприма явилось то, что препарат воздействует на разные

рецепторные системы мозга, повышая связь транспортных белков с ГАМКергическими, бензодиазепиновыми и дофаминовыми рецепторами, что предопределяет анксиолитическое и противосудорожное действие.

Применения препарата Мексиприм методом эндоназального электрофореза показало его эффективность в реабилитации пациентов с перенесенным повреждением мозга после ЧМТ, так как была отмечена нормализация вегетативных функций в виде повышения адаптационных возможностей организма [19]. Положительный эффект применения эндоназального электрофореза Актовегина и Инстенона в лечении больных прослеживался не только в острый период легкой ЧМТ, но и в отдаленные сроки после травмы, проявляясь более высоким уровнем медико-социальной адаптации пострадавших [17]. В ряде работ было описано использование Мексидола и церебролизина для эндоназального электрофореза при ранних формах цереброваскулярной патологии [20; 21]. Кроме того, имеются данные, что био- и нейростимуляторы (Прозерин, галантамин, церебролизин), вводимые в зону повреждения спинномозговых структур при спинальной травме, способны ускорить рост проводников и оказать влияние на направление роста аксонов [22].

Заключение. В современных условиях транскраниальная физиотерапия является одним из перспективных направлений повышения эффективности восстановительного лечения больных с сосудистой и травматической патологией мозга. Она предусматривает возможность непосредственного воздействия физическими факторами на структуры головного мозга с целью коррекции различных функциональных нарушений. Транскраниальная физиотерапия может быть использована также в профилактических целях для укрепления адаптационных возможностей организма и нормализации гомеостатических процессов. Можно полагать, что направленное воздействие физических факторов на область очага поражения в головном мозге вызывает дестабилизацию устойчивого патологического состояния, закрепленного в долговременной памяти, и приводит к перестройке деятельности мозга на новое устойчивое состояние, близкое к норме.

Среди физиотерапевтических методов воздействия эндоназальный электрофорез считается оптимальным вариантом осуществления нейрометаболической фармакотерапии при цереброваскулярной патологии. Его использование имеет предпочтение перед другими путями введения лекарственных препаратов в связи с анатомической близостью полости носа и зоны повреждения, а также по соображениям безопасности и экономичности терапии.

Конфликт интересов отсутствует. Работа не имеет коммерческой заинтересованности, а также заинтересованности иных юридических или физических лиц.

References (Литература)

1. Shvirenko IR, Povazhnaya ES, Lykov AA, et al. Medical Rehabilitation: modern condition, problems and prospects. Actual Problems of Rehabilitology and Pedagogy: Collection of scientific paper 2017; 3: 1 (4): 5–18. Russian ([Швиренко И. Р., Поважная Е. С., Лыков А. А. и др. Медицинская реабилитация: современное состояние, проблемы и перспективы. В кн.: Актуальные вопросы реабилитологии и педагогики: сб. науч. тр.] 2017; 3: 1 (4): 5–18 [на укр. яз.]).

2. Veerbeek JM, van Wegen E, van Peppen R, et al. What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. *PLoS One* 2014; 9 (2): e87987.
3. Musaev AV, Balakishieva FK. Transcerebral physiotherapy of ischemic brain diseases. *Russian Journal of the Physical Therapy, Balneotherapy and Rehabilitation* 2012; 11 (6): 3–11. Russian (Мусаев А.В., Балакишиева Ф.К. Трансцеребральная физиотерапия ишемических заболеваний головного мозга. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация* 2012; 11 (6): 3–11).
4. Вукковская Т.Ю. Fundamentals of rehabilitation: participation in the treatment, diagnostic and rehabilitation process. Rostov-on-Don: Phoenix, 2017; p. 172–80. Russian (Быковская Т.Ю. Основы реабилитации: участие в лечебно-диагностическом и реабилитационном процессе. Ростов н/Д.: Феникс, 2017; с. 172–80).
5. Karachintseva NV, Mozheyko EYu. The application of physiotherapy in cerebral stroke from the evidence-based medicine standpoint. *Bulletin of Rehabilitation Medicine* 2021; 20 (1): 27–34. Russian (Карачинцева Н.В., Можейко Е.Ю. Применение физиотерапии при мозговом инсульте с позиций доказательной медицины. *Вестник восстановительной медицины* 2021; 20 (1): 27–34).
6. Gilmutdinova LT, Iseeva DR, Iymilova GT, et al. The use of general magnetotherapy in the rehabilitation treatment of patients with dyscirculatory encephalopathy. *Fundamental Research* 2012; 7 (1): 71–5. Russian (Гильмутдинова Л.Т., Исеева Д.Р., Ямилова Г.Т. и др. Применение общей магнитотерапии в восстановительном лечении больных с дисциркуляторной энцефалопатией. *Фундаментальные исследования* 2012; 7 (1): 71–5).
7. Lyusenyuk VP, Zasukha BA, Balitsky AP. Application of transcranial magnetic stimulation in ischemic stroke patients in the acute and early recovery periods for diagnostic and therapeutic-rehabilitation purposes. *Physiotherapy, Balneology and Rehabilitation* 2013; 12 (3): 4–12. Russian (Люсенюк В.П., Засуха В.А., Балицкий А.П. Применение транскраниальной магнитной стимуляции у больных ишемическим инсультом в остром и раннем восстановительном периодах с диагностической и лечебно-реабилитационной целью. *Физиотерапия, бальнеология и реабилитация* 2013; 12 (3): 4–12).
8. Cherviakov AV, Poydasheva AG, Korzhova, et al. Repetitive transcranial magnetic stimulation in neurology and psychiatry. *S. S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry*. 2015; 115 (12): 7–18. Russian (Червяков А.В., Пойдашева А.Г., Коржова Ю.Е. и др. Ритмическая транскраниальная магнитная стимуляция в неврологии и психиатрии. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова* 2015; 115 (12): 7–18).
9. Akimjanova AK, Grgibovskii AM, Haibulin TN, et al. Effectiveness of transcranial magnetic stimulation in the rehabilitation of patients with cerebral stroke. *Science & Healthcare* 2016; (4): 50–65. Russian (Акимжанова А.К., Гржибовский А.М., Хайбуллин Т.Н. и др. Эффективность транскраниальной магнитной стимуляции в реабилитации пациентов с мозговым инсультом. *Наука и здравоохранение* 2016; (4): 50–65).
10. Kutashov VA, Ulyanova OV. The use of transcranial magnetic stimulation in a comprehensive examination of patients with ischemic stroke in the late recovery period from a therapeutic and rehabilitation perspective. *Herald of Physiotherapy and Health Resort Therapy* 2018; (3): 1–8. Russian (Куташов В.А., Ульянова О.В. Применение транскраниальной магнитной стимуляции при комплексном лечении пациентов с ишемическим инсультом в позднем восстановительном периоде с лечебно-реабилитационных позиций. *Вестник физиотерапии и курортологии* 2018; (3): 1–8).
11. Kim WS, Lee K, Kim S, et al. Transcranial direct current stimulation for the treatment of motor impairment following traumatic brain injury. *J Neuroeng Rehabil* 2019; 16 (1): 14.
12. Knutson JS, Fu MJ, Sheffler LR, Chae J. Neuromuscular electrical stimulation for motor restoration in hemiplegia. *Phys Med Rehabil Clin N Am* 2015; 26 (4): 729–45.
13. Bender Pape TL, Herrold AA, Guernon A, et al. Neuro-modulatory interventions for traumatic brain injury. *J Head Trauma Rehabil* 2020; 35 (6): 365–70.
14. Demirtas-Tatlidede A, Vahabzadeh-Hagh AM, Bernabeu M, et al. Noninvasive brain stimulation in traumatic brain injury. *J Head Trauma Rehabil* 2012; 27 (4): 274–92.
15. Cesar R, Yuechun W, Onat A, et al. What's new in traumatic brain injury: update on tracking, monitoring and treatment. *Int J Mol Sci* 2015; 16 (6): 11903–65.
16. Mustafaeva AS, Ivanova NE, Kiryanova VV, Mustafaev BS. Clinical and pathophysiological aspects of medical and social rehabilitation of patients in the acute period of severe traumatic brain injury. *Neurosurgery and Neurology of Kazakhstan* 2011; 1 (22): 25–33. Russian (Мустафаева А.С., Иванова Н.Е., Кирьянова В.В., Мустафаев Б.С. Клинико-патфизиологические аспекты медико-социальной реабилитации больных в остром периоде тяжелой черепно-мозговой травмы. *Нейрохирургия и неврология Казахстана* 2011; 1 (22): 25–33).
17. Bubashvili AI. Neurometabolic pharmacotherapy and scalp electrical stimulation in the complex treatment of patients with mild traumatic brain injury: PhD diss. Saratov, 2004; 144 p. Russian (Бубашвили А.И. Нейрометаболическая фармакотерапия и скальповая электростимуляция в комплексном лечении больных с легкой черепно-мозговой травмой: дис. ... канд. мед. наук. Саратов, 2004; 144 с.).
18. Musaev AV, Balakishieva FK. Electrophoresis of vasoactive drugs in the treatment and rehabilitation of patients with cerebral ischemic diseases. *S. S. Korsakov Journal of Neurology and Psychiatry* 2010; 110 (2): 79–82. Russian (Мусаев А.В., Балакишиева Ф.К. Электрофорез вазоактивных препаратов в лечении и реабилитации больных с ишемическими заболеваниями головного мозга. *Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова* 2010; 110 (2): 79–82).
19. Borisenko OA, Kucherenko LV, Litvinenko YaS. Effectiveness of Mexiprim use by the method of endonasal electrophoresis in the treatment of psychovegetative syndrome in ATO participants in the long-term period of craniocerebral trauma. *International Neurological Journal* 2018; (5): 48–54. Russian (Борисенко О.А., Кучеренко Л.В., Литвиненко Я.С. Эффективность применения препарата Мексиприм методом эндоназального электрофореза в лечении психовегетативного синдрома у участников АТО в отдаленном периоде черепно-мозговой травмы. *Международный неврологический журнал* 2018; (5): 48–54).
20. Al-Zamil MH, Puzin MN, Shulaev AV, et al. The use of endonasal electrophoresis with Mexidol in combination with acupuncture in the treatment of patients with post-covid anosmia. *The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine* 2022; 15 (2): 124–130. Russian (Аль-Замиль М.Х., Пузин М.Н., Шулаев А.В. и др. Применение эндоназального электрофореза с Мексидолом в сочетании с акупунктурой при лечении пациентов с постковидной anosmией. *Вестник современной клинической медицины* 2021; 15 (2): 124–130).
21. Borisova NA, Ivanova MA, Avertsev GN, et al. Use of endonasal electrophoresis with Mexidol in early forms of cerebral vascular disease. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine* 2006; (1): 98–101. Russian (Борисова Н.А., Иванова М.А., Авертцев Г.Н. и др. Применение эндоназального электрофореза с Мексидолом при ранних формах сосудистых заболеваний мозга. *Бюллетень экспериментальной биологии и медицины* 2006; (1): 98–101).
22. Naidin VL, Krotkova OA. Cerebrolysin electrophoresis in the correction of mental disorders in neurosurgical patients. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N.N. Burdenko* 1993; (4): 28–30. Russian (Найдин В.Л., Кроткова О.А. Электрофорез церебролизина в коррекции психических нарушений у нейрохирургических больных. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко* 1993; (4): 28–30).