

На правах рукописи

БОРИСОВА Виктория Анатольевна

**Применение интерфейсов мозг-компьютер у пациентов
с постинсультными когнитивными нарушениями**

3.1.24. Неврология (медицинские науки)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва – 2025

Диссертационная работа выполнена в Государственном бюджетном учреждении здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М.Ф. Владимирского»

Научный руководитель: **Исакова Елена Валентиновна** доктор медицинских наук, доцент

Официальные оппоненты:

Чуканова Елена Игоревна – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики лечебного факультета, ФГАОУ ВО «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова (Пироговский Университет)» Министерства Здравоохранения Российской Федерации.

Савин Алексей Алексеевич - доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры нервных болезней лечебного факультета ФГБОУ ВО «Российский университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Ведущая организация:

Институт усовершенствования врачей Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный медико-хирургический Центр имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Защита состоится «23» октября 2025 г. в «10» часов на заседании диссертационного совета 21.3.054.02 на базе ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России по адресу: 125993 г. Москва, ул. Баррикадная, д. 2/1, стр. 1.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России (125445, г. Москва, ул. Беломорская, д. 19/38 и на сайте www.rmanpo.ru).

Автореферат разослан «___» _____ 2025 г.

Ученый секретарь

Диссертационного совета,

доктор медицинских наук, доцент

Васенина Елена Евгеньевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы и степень ее разработанности

Церебральный инсульт является важнейшей медико-социальной проблемой. Несмотря на широкий комплекс мероприятий, интенсивное внедрение высоких технологий, эффективность помощи больным с инсультом все еще оказывается недостаточной, сохраняется высокий показатель инвалидизации, что определяет актуальность поиска новых современных подходов [Hankey, 2017; Чуканова Е.И., 2017; Коваленко Е. А. с соавт, 2017; Котов С.В., Стаховская Л.В. с соавт., 2018; Jeffares et al., 2022].

Внедрение в процесс медицинской реабилитации высокотехнологичных ИМК+БОС, связанное с технологическим прогрессом, новыми разработками, влияющими на сложные сетевые механизмы нейропластичности головного мозга, позволяет осуществлять самые сложные задачи, повышая не только когнитивный потенциал, но и меняя уровень мотивации пациентов, их эмоциональное состояние [Lusa De et al., 2018]. На сегодняшний день многочисленные работы, посвященные использованию ИМК+БОС, демонстрируют настоящий прорыв в двигательной реабилитации [Mane R. et al., 2020; Слюнькова Е.В. с соавт., 2020], при этом вопросы коррекции когнитивных нарушений, эмоциональных расстройств остаются открытыми.

Кроме того, используемые протоколы нейробиоуправления все еще находятся на ранней стадии всесторонней оценки и изучения, предполагая проведение клинических исследований, определяющих не только эффективность, но и, что очень важно, критерии безопасности. Работы, посвященные безопасности применения ИМК+БОС, единичны [Tazaki, 2023; Kober et al., 2017; Lavy Y et al., 2019]. Кроме того, недостаточно данных по аналитической работе, оценивающей влияние ИМК+БОС на основе ритма P300 на высшие психические функции пациентов после инсульта [Marlats et al., 2020], практически не представлены результаты применения ИМК+БОС на основе ритма P300 у пациентов после инсульта на протяжении всего восстановительного периода, отдельные исследования ограничиваются временным интервалом, составляющим не более трех месяцев [Фатеева В. В. соавт., 2023]. В данной работе проведено изучение влияния ИМК+БОС у

пациентов, перенесших церебральный инсульт и имеющих когнитивный дефицит в раннем и позднем восстановительном периоде, включая вопросы эффективности и безопасности.

Цель исследования:

Повышение эффективности лечения пациентов с когнитивными нарушениями в восстановительном периоде церебрального инсульта с использованием высокотехнологичных интерфейсов мозг-компьютер с БОС.

Задачи исследования:

1. Разработать методику лечения пациентов с когнитивными нарушениями в восстановительном периоде инсульта с использованием высокотехнологичного программного комплекса ИМК+БОС «Нейрочат» и оценить переносимость и безопасность в сравнении с программным комплексом ИМК+БОС «Экзокисть-2» и стандартной терапией.
2. Оценить эффективность использования высокотехнологичных программных комплексов ИМК+БОС «Нейрочат» и ИМК+БОС «Экзокисть-2» в сравнении со стандартной терапией в коррекции когнитивных нарушений у пациентов в восстановительном периоде инсульта.
3. Оценить эффективность использования высокотехнологичных программных комплексов ИМК+БОС «Нейрочат» и ИМК+БОС «Экзокисть-2» в сравнении со стандартной терапией у пациентов в восстановительном периоде инсульта в зависимости от исходного уровня имеющихся когнитивных нарушений.
4. Провести оценку сравнительной эффективности использования высокотехнологичного программного комплекса ИМК+БОС «Нейрочат» и высокотехнологичного программного комплекса ИМК+БОС «Экзокисть-2» в зависимости от срока начала лечения в рамках раннего и позднего восстановительного периода инсульта.
5. Оценить эффективность использования высокотехнологичного программного комплекса ИМК+БОС «Нейрочат» и высокотехнологичного программного комплекса ИМК+БОС «Экзокисть-2» в сравнении со стандартной терапией в восстановлении функционального состояния у пациентов после инсульта.

Научная новизна исследования

Впервые была разработана новая методика лечения пациентов с когнитивными нарушениями в восстановительном периоде инсульта с использованием высокотехнологичного программного комплекса ИМК+БОС «Нейрочат» на основе вызванных потенциалов Р300 с ментальными упражнениями под контролем воображения больного, основанного на анализе синхронной обработки паттернов электроэнцефалограммы и биологической обратной связью. Получен Патент РФ на изобретение «Способ реабилитации больных, перенесших инсульт» (RU 2742071 С1, от 02.02.2021).

Были получены данные, свидетельствующие о хорошей переносимости и безопасности лечения с использованием ИМК+БОС «Нейрочат» в сравнении с ИМК+БОС «Экзокисть-2» и стандартной терапией у пациентов в восстановительном периоде инсульта на основе изучения динамики эмоционального состояния с использованием оценочных клинических шкал: депрессии Бека, депрессии Гамильтона тревоги Гамильтона, где не было отмечено статистически значимого повышения показателей.

Была проведена оценка использования ИМК+БОС «Нейрочат» в сравнении с ИМК+БОС «Экзокисть-2» и стандартной терапией у пациентов с когнитивными нарушениями в восстановительном периоде инсульта. Отмечены результаты применения высокотехнологичных интерфейсов, статистически значимо превышающие показатели стандартной терапии по данным шкалы МоСА ($p_{1-2}=0,047$, $p_{1-3}=0,001$, $p_{2-3}=0,041$), методики «Таблицы Шульте», тесту слежения (для субшкалы А $p_{1-2}=0,0509$, $p_{1-3}=0,414$, $p_{2-3}=0,1$; для субшкалы В $p_{1-2}<0,001$, $p_{1-3}<0,001$, $p_{2-3}<0,001$), субтесту 9 теста Векслера «Кубики Кооса» ($p=0,005$; $p=0,045$; $p=0,182$), тесту «Запоминания 10 слов по А.Р. Лурия» (для ИМК+БОС «Нейрочат»).

Было показано, что результаты использования ИМК+БОС «Нейрочат» статистически значимо превосходили стандартную терапию в достижении регресса когнитивных нарушений у пациентов в исследовании вне зависимости от исходной выраженности когнитивных расстройств. В свою очередь, лечение с использованием ИМК+БОС «Экзокисть-2» превосходило результаты стандартной терапии только при

исходном показателе по шкале МоСА не менее 22 баллов, при меньшем значении полученные результаты были сопоставимы со стандартной терапией.

Было показано, что лечение с использованием ИМК+БОС «Нейрочат» и ИМК+БОС «Экзокисть-2» было эффективным в достижении регресса когнитивных расстройств у пациентов и в раннем, и в позднем восстановительном периоде инсульта. Однако, при сравнении динамики общего балла до и после лечения по шкале МоСА у больных в раннем восстановительном периоде было отмечено лучшее восстановление при использовании ИМК+БОС «Нейрочат», по сравнению с ИМК+БОС «Экзокисть-2» ($p=0,014$), в отличие от позднего восстановительного периода, где эффективность высокотехнологичных интерфейсов была сопоставима ($p=0,344$).

Было показано, что применение высокотехнологичных комплексов ИМК+БОС «Нейрочат», ИМК+БОС «Экзокисть-2» и стандартной терапии было одинаково эффективно в восстановлении функционального состояния у пациентов с когнитивными нарушениями после инсульта.

Теоретическая и практическая значимость работы

В результате проведенного исследования была впервые разработана новая методика лечения пациентов с когнитивными нарушениями в восстановительном периоде инсульта с использованием высокотехнологичного интерфейса мозг-компьютер, включающего программный комплекс ИМК+БОС «Нейрочат» на основе ритма P300 с ментальными упражнениями под контролем воображения больного, основанного на анализе синхронной обработки паттернов электроэнцефалограммы и биологической обратной связью, которая может быть активно внедрена в лечение пациентов с инсультом

Результаты проведенного нейропсихологического обследования продемонстрировали хорошую переносимость и безопасность ИМК+БОС «Нейрочат» в сравнении с ИМК+БОС «Экзокисть-2» и стандартной терапией, что позволит более эффективно оказывать помощь пациентам с когнитивными нарушениями в восстановительном периоде инсульта, не приводя к отрицательной динамике в состоянии.

Использование высокотехнологичных программных комплексов ИМК+БОС «Нейрочат» и ИМК+БОС «Экзокисть-2» способствует достижению статистически значимо большего регресса когнитивных расстройств у пациентов, превосходя стандартную терапию. При этом, доказанное преимущество эффективности ИМК+БОС «Нейрочат» у пациентов с более тяжелым когнитивным дефицитом, по сравнению с ИМК+БОС «Экзокисть-2», позволит расширить отбор пациентов на проведение немедикаментозного лечения.

Применение ИМК+БОС «Нейрочат» и ИМК+БОС «Экзокисть-2» было эффективно в достижении регресса когнитивных расстройств у пациентов и в раннем, и в позднем восстановительном периоде инсульта. При этом у пациентов в раннем восстановительном периоде использование ИМК+БОС «Нейрочат» продемонстрировало большую эффективность, по сравнению с ИМК+БОС «Экзокисть-2», в отличие от позднего восстановительного периода, где были отмечены сопоставимые результаты применения высокотехнологичных интерфейсов, что предполагает дифференцированный лечебный подход в зависимости от периода инсульта.

Показанная эффективность ИМК+БОС «Нейрочат» и ИМК+БОС «Экзокисть-2» в разные периоды инсульта позволит реализовывать их на всех этапах медицинской реабилитации, включая амбулаторный.

Методология и методы исследования

Методологическая основа диссертационной работы выстроена согласно поставленной цели и задачам исследования, и включает в себя применение лечения с помощью высокотехнологичных ИМК+БОС и оценки по клиническим шкалам с последующим анализом результатов. Предметом исследования явилась сравнительная оценка эффективности и безопасности восстановления постинсультных когнитивных нарушений и субклинически выраженных аффективных нарушений в результате применения ИМК+БОС «Нейрочат» и ИМК+БОС «Экзокисть-2» и стандартной терапии у пациентов после перенесенного церебрального инсульта. Проведена аналитическая оценка показателей когнитивного, эмоционального статуса и функционального состояния до и после применения ИМК+БОС с последующим статистическим анализом полученных данных. Результаты исследования

систематизированы и изложены в главах собственных исследований. По результатам работы сформулированы выводы и практические рекомендации.

Положения, выносимые на защиту

1. Разработана новая методика с использованием программного комплекса ИМК+БОС «Нейрочат» на основе ритма P300 с ментальными упражнениями под контролем воображения больного, основанного на анализе синхронной обработки паттернов электроэнцефалограммы и биологической обратной связью, которая может эффективно использоваться в лечении пациентов в восстановительном периоде инсульта.
2. Отмечена хорошая переносимость и безопасность применения высокотехнологичного программного комплекса ИМК+БОС «Нейрочат» в сравнении с ИМК+БОС «Экзокисть-2» и стандартной терапии у пациентов в восстановительном периоде инсульта по данным результатов нейропсихологического обследования, проведенного в динамике до и после лечения.
3. Применение высокотехнологичных программных комплексов ИМК+БОС «Нейрочат» и ИМК+БОС «Экзокисть-2» позволило достичь статистически значимого регресса когнитивных расстройств у пациентов в восстановительном периоде инсульта, превосходя стандартную терапию по данным нейропсихологического обследования. При этом, результаты применения ИМК+БОС «Нейрочат» превосходили стандартную терапию у пациентов с различной степенью тяжести когнитивного дефицита, что расширяет ее возможности применения в клинической практике, в то время как применение ИМК+БОС «Экзокисть-2» имело ограничение, связанное с исходным снижением когнитивных функций.
4. Применение ИМК+БОС «Нейрочат» и ИМК+БОС «Экзокисть-2» было эффективно у пациентов и в раннем, и в позднем восстановительном периоде инсульта. При этом, у пациентов в раннем восстановительном периоде использование ИМК+БОС «Нейрочат» продемонстрировало лучший результат, по сравнению с ИМК+БОС «Экзокисть-2», в позднем восстановительном периоде лечебные результаты были сопоставимы, что позволит более дифференцированно выбирать

высокотехнологичные интерфейсы в зависимости от этапа медицинской реабилитации.

Степень достоверности и обоснованности результатов

Достоверность результатов настоящего диссертационного исследования подтверждается репрезентативностью выборки пациентов, а также применением современных высокочувствительных и высокоспецифичных методик анализа. В процессе исследования были использованы методы статистической обработки данных, соответствующие целям и задачам работы, что обеспечило корректность и надежность полученных результатов. Выводы и положения, выносимые на защиту диссертационного исследования, а также практические рекомендации, сформулированные на основе анализа данных, обладают достаточной аргументацией и статистическим подтверждением.

Соответствие диссертации паспорту специальности

В соответствии с паспортом научной специальности 3.1.24 «Неврология» пунктом 20 «Лечение неврологических пациентов и нейрореабилитация», который включает в себя медикаментозные и немедикаментозные методы лечения и реабилитации пациентов, в диссертационной работе представлены результаты восстановительного лечения с использованием высокотехнологичных интерфейсов «мозг-компьютер» с биологической обратной связью у пациентов с постинсультными когнитивными нарушениями и нарушением функционального статуса.

Апробация работы

Диссертация выполнена в соответствии с планом научных исследований на базе неврологического отделения ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского. Протокол исследования был одобрен НЭК ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, протокол №1 от 14.01.2021г, в окончательной редакции после корректировки темы протокол №12 от 09.12.2024 года.

Тема диссертационной работы была утверждена Учёным советом ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, протокол №1 от 21.01.2021 г., в окончательной редакции, после корректировки темы протокол №14 от 12.12.2024г.

Результаты диссертационного исследования представлены и обсуждены на совместном заседании секции «Терапия» Ученого совета, неврологического отделения и кафедры неврологии ФУВ ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского, протокол №14 от 20.12.2024.

Публикации и участие в научных конференциях, посвященных теме диссертации

Всего по теме диссертации опубликовано 15 научных работ, из них 1 патент (Патент РФ на изобретение «Способ реабилитации пациентов, перенесших инсульт» RU 2742071 С1, 02.02.2021. Заявка № 2020129680 от 08.09.2020), 5 тезисов (Congress of the European Academy of Neurology, 2021; 2022г.; «Нейронаука для медицины и психологии» 2022; 2023 г.); 9 статей (8 работ в журналах, индексируемых в международной базе Scopus, 9 статей в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК, 6 статей в журналах первого квартиля (К-1)).

Основные положения диссертации были изложены и обсуждены на конференциях Московского областного общества неврологов «Орфанные заболевания в неврологии» май 2021г., на XII Международном конгрессе «Нейрореабилитация 2021» июнь 2021г., V Российском конгрессе «Физическая и реабилитационная медицина» декабрь 2021г., Научно-практической конференции Научного Общества Терапевтов декабрь 2021г., XIV Международном конгрессе «Нейрореабилитация-2022» июнь 2022г., «Ангioneврология» сентябрь 2022г., 29 Российском национальном конгрессе «Человек и лекарство» 2022г., VI Российском конгрессе «Физическая и реабилитационная медицина» декабрь 2022г., XV Международном конгрессе «Нейрореабилитация-2023» июнь 2023г., конференции «Нейрореабилитация» март 2023г., Всероссийской конференции «Реабилитация на основе нейротехнологий» декабрь 2023г., VII Российском конгрессе с международным участием «Физическая и реабилитационная медицина» декабрь 2023 г., XVI Международном конгрессе «Нейрореабилитация-2024» июня 2024г., «Когнитивная неврология» март 2024 г., VIII Российском конгрессе «Физическая и реабилитационная медицина» декабрь 2024г.

Внедрение результатов исследования

Результаты диссертационного исследования внедрены в практическую деятельность неврологического отделения (акт внедрения от 16.12.2024г.) и педагогическую деятельность сотрудников кафедры неврологии ГБУЗ МО МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского, также включены в программы клинической ординатуры, циклов тематического усовершенствования и непрерывного медицинского образования (акт внедрения в учебную деятельность от 17.12.2024г.)

Личное участие соискателя

Автор разработала дизайн исследования, проводила клинический осмотр пациентов во время курса лечения. Во время исследования она освоила методики нейропсихологического обследования, оценку функционального статуса. Также автор проводила тренинги пациентов, самостоятельно интерпретировала полученные результаты нейропсихологических тестов, проводила статистическую обработку полученных данных, описала и обсудила полученные результаты.

Структура и объём диссертации

Диссертация изложена на 209 страницах машинописи, включает введение, 7 глав (обзор литературы, материалы и методы исследования, данные клинического обследования пациентов трех групп до лечения, собственные результаты исследования (глава 4,5.1,5.2,6), заключение), выводы, практические рекомендации, список литературы, содержащий 204 источника (47 отечественных и 157 зарубежных). Диссертация содержит 43 таблицы и 13 рисунков.

СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Материалы и методы

В ходе данной работы было проведено клиническое обследование и лечение 89 пациентов с диагнозом «церебральный инсульт» в раннем и позднем восстановительном периоде, которые находились в неврологическом отделении ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского с 2021 по 2024 гг.

Все пациенты в соответствии с целями и задачами исследования были распределены методом простой рандомизации с использованием

метода «конвертов» на три группы: основная группа (n=37), группа сравнения (n=33) и контрольная группа (n=19).

Критерии включения: Пациенты, подписавшие информированное согласие на участие в исследовании; возраст пациента от 18 до 80 лет; верифицированный с помощью методов нейровизуализации (КТ/МРТ) диагноз «церебральный инсульт»; давность перенесенного инсульта до 12 месяцев (вне рамок острого периода); наличие когнитивных нарушений, не достигающих уровня деменции (от 19 до 25 баллов включительно по Монреальской шкале оценки когнитивных функций (MoCA); отсутствие аффективных расстройств либо наличие субклинически выраженных тревоги и депрессии при оценке по Госпитальной шкале тревоги и депрессии (HADS) (0-10 баллов).

Критерии невключения: Отказ пациента от участия в исследовании; возраст пациента менее 18 лет либо 80 лет и старше; наличие когнитивных нарушений, достигающих уровня деменции (оценка по шкале MMSE 24 балла и менее); наличие доинсультных когнитивных нарушений по данным Опросника родственника о когнитивном снижении пожилого человека (Informant Questionnaire on Cognitive Decline in the Elderly - IQCODE); наличие выраженных тревоги/депрессии (при оценке по Госпитальной шкале тревоги и депрессии 11 и более баллов); наличие по данным нейровизуализации (КТ/МРТ) очага иной этиологии, кроме постинсультного; прием психофармакологических или иных лекарственных средств, способных повлиять на оценку эффективности лечения в течение предыдущих 12 месяцев до включения в исследование; наблюдение у психиатра в анамнезе; наличие эпилепсии; наличие нарушения зрения, препятствующих различению визуальных команд на мониторе; наличие леворукости у пациента (по Эдинбургскому опроснику мануальной асимметрии); наличие сенсорной афазии либо грубой моторной афазии (по коммуникационной шкале Гудгласса-Каплана менее 3 баллов); состояние декомпенсации соматических заболеваний.

Всем пациентам проводилась комплексная оценка неврологического и соматического статуса до и после курса лечения. Все пациенты были проконсультированы у логопеда-нейропсихолога для оценки наличия речевых нарушений и последующего принятия решения

о возможности включения их в настоящее исследование. Для оценки возможных аффективных расстройств проводился опрос пациента и его родственников, оценка по клиническим оценочным шкалам. При необходимости проводилась с согласия пациента консультация психиатра.

Оценка когнитивных функций: Краткая шкала оценки психического статуса (Mini Mental State Examination; MMSE); Монреальская шкала оценки когнитивных функций (Montreal Cognitive Assessment; MoCA); тест «запоминания 10 слов» по А.Р. Лурия; тест слежения; субтест 9 теста Векслера «Кубики Кооса»; Методика «Таблицы Шульте». *Оценка аффективных нарушений:* Госпитальная шкала тревоги и депрессии (в качестве скрининга (HADS); Шкала депрессии Бека; Шкала депрессии Гамильтона (HDRS); Шкала тревоги Гамильтона (HARS). *Оценка функционального статуса:* Индекс повседневной активности Бартел (BI); Модифицированная шкала Рэнкина (MRS).

Статистическая обработка результатов проводилась на персональном компьютере с использованием программы Excel (Microsoft Office Excel, 2019) и STATISTICA 10.0 (StatSoft®, 2011). Использовались непараметрические методы анализа (критерии Вилкоксона, знаков Вилкоксона, Манна-Уитни (U-тест), Краскела-Уоллиса, Данна с использованием поправки Бонферрони). Данные представлены в виде медианы и 25%, 75% квартилей, средних значений со стандартным отклонением. Статистически значимыми различия считались при $p < 0,05$.

Пациенты основной группы ($n=37$) в дополнение к стандартному лечению получали занятия на комплексе ИМК+БОС «Нейрочат» в соответствии с запатентованным способом реабилитации (Патент РФ № 2724071 от 02.02.2021г, заявка № 2020129680 от 08.09.2020 г.). Пациенты группы сравнения ($n=33$) - занятия на ИМК+БОС «Экзокисть-2» по запатентованной методике (Патент РФ № 2622206 от 13.06.2017). Пациентам контрольной группы ($n=19$) проводилась стандартная терапия, включающая ЛФК, физиотерапию, компьютеризированные когнитивные тренинги, групповые логопедические занятия. Всем пациентам проводилась стандартная фармакотерапия (препараты вторичной профилактики инсульта), также применялись методы

лечебной физической культуры, физиотерапии, занятия с логопедом-нейропсихологом.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При проведении исследования у пациентов не было зафиксировано нежелательных явлений. В ходе процедур мониторировались показатели системной гемодинамики и сатурации, которые находились в пределах референсных значений. Все пациенты, включенные в исследование, успешно его завершили.

На первом этапе в ходе выполнения работы для оценки безопасности применяемых ИМК+БОС при проведении лечения было изучено их влияние на динамику показателей нейропсихологического обследования пациентов. При оценке эмоционального состояния пациентов всех трех групп *по шкале депрессии Бека* было получено статистически значимое снижение показателей: у пациентов основной группы ($n=37$) $p=0,007$, группы сравнения ($n=33$) $p<0,001$ и контрольной группы ($n=20$) $p=0,005$. При оценке *по шкале тревоги Гамильтона (HARS)* статистически значимое снижение показателей было зарегистрировано у пациентов всех трех групп (у пациентов основной группы и группы сравнения ($p<0,001$), контрольной группы ($p=0,002$); при оценке согласно критерию Данна с использованием поправки Бонферрони $p_{1-2}=1,0$, $p_{1-3}=1,0$, $p_{2-3}=1,0$). При оценке *по шкале депрессии Гамильтона (HDRS)* статистически значимая положительная динамика для общего балла была зарегистрирована у пациентов всех трех групп (у пациентов основной группы и группы сравнения ($p<0,001$), контрольной группы ($p=0,008$)).

Для дальнейшего анализа была выделена подгруппа пациентов с исходными «нормативным значениям» до лечения. При сравнительной оценке пациентов трех групп с исходными «нормативными значениями» *по шкале депрессии Бека* до лечения у пациентов основной группы статистически значимых изменений не было обнаружено ($p=0,062$); пациенты группы сравнения ($n=26$) показали статистически значимое уменьшение балла ($p<0,001$); у пациентов контрольной группы ($n=12$) также не было статистически значимых изменений ($p=0,208$); при оценке

согласно критерию Данна с использованием поправки Бонферрони $p_{1-2}=1,0$, $p_{1-3}=1,0$, $p_{2-3}=1,0$ (таб.1).

Таблица №1. Динамика показателей эмоционального состояния у пациентов трех групп

Показатель	Основная группа Me [Q1;Q3]		Группа сравнения Me[Q1;Q3]		Контрольная группа Me[Q1;Q3]		Значение р
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения	
Пациенты с исходно нормативными значениями и субклинически выраженной тревогой или депрессией по данным оценочных клинических шкал							
Общий балл по шкале депрессии Бека	(n=37)		(n=33)		(n=19)		A=0,325 B=0,759 C=0,542 D=1,0
	7 [5; 9]	5* [3; 8]	8 [7; 11]	7** [4; 9]	8 [6; 11]	7* [4; 10]	
Общий балл по шкале тревоги Гамильтона (HARS)	4 [3;6]	2** [1;4]	4 [2;6]	2** [1;5]	5 [3;7]	3* [2;5]	A=0,755 B=1,0 C=1,0 D=1,0
Общий балл по шкале депрессии Гамильтона (HDRS)	4 [2;6]	4 ** [1;5]	5 [2;7]	4** [1;6]	4 [3;7]	4* [1;6]	A=0,977 B=1,0 C=1,0 D=1,0
Пациенты с исходно нормативными значениями под данным оценочных клинических шкал							
Общий балл по шкале депрессии Бека	(n=31)		(n=21)		(n=11)		A=0,994 B=1,0 C=1,0 D=1,0
	6 [3; 8]	5 [2;7]	7 [4;8]	6** [3;7]	7 [5;7]	5* [2;7]	
Общий балл по шкале тревоги Гамильтона (HARS)	(n=32)		(n=30)		(n=16)		A=0,304 B=1,0 C=0,446 D=0,611
	3 [2; 4]	2 ** [1;3,5]	3 [2;6]	2* [1;4]	5 [3;6]	3* [2;5]	
Общий балл по шкале депрессии Гамильтона (HDRS)	(n=32)		(n=25)		(n=14)		A=0,435 B=0,616 C=1,0 D=1,0
	4 [2;5]	3* [1;5]	3 [1;5]	2 * [0;4]	4 [3;5]	2,5* [1;4]	

*Примечание: * $p < 0,05$, ** $p < 0,001$; A – p по критерию Краскела-Уоллиса при сравнении показателей 1, 2 и 3 групп; B – p по критерию Данна с поправкой Бонферрони при сравнении 1 и 2 групп; C – p по критерию Данна с поправкой Бонферрони при сравнении 1 и 3 групп; D – p по критерию Данна с поправкой Бонферрони при сравнении 2 и 3 групп*

При оценке по шкале тревоги Гамильтона (HARS) отрицательной динамики не было зарегистрировано (у пациентов основной группы ($n=32$) и пациентов группы сравнения ($n=30$) ($p < 0,001$); у пациентов контрольной группы ($n=16$) ($p=0,007$) ($p=0,679$ согласно критерию Краскела-Уоллиса). При оценке по шкале депрессии Гамильтона (HDRS) также не было зарегистрировано отрицательной динамики (у пациентов основной группы ($n=32$) ($p=0,005$); у пациентов группы сравнения ($n=25$) ($p=0,007$); у пациентов контрольной группы ($n=14$) ($p=0,027$) ($p=0,435$ согласно критерию Краскела-Уоллиса).

На втором этапе работы эффективность применения ИМК+БОС «Нейрочат» у пациентов в восстановительном периоде инсульта сравнивалась с ИМК+БОС «Экзокисть-2», а также с применением стандартной терапии.

Для оценки эффективности применения ИМК+БОС была проведена оценка по шкале MoCA. В основной группе ($n=37$) до лечения медиана (Me) показателя общего балла составила 22 балла [20;24], после лечения – 24 балла [23;27] ($p < 0,001$); в группе сравнения ($n=33$) Me общего балла до лечения - 20 баллов [20;23], после - 24 балла [22;25] ($p < 0,001$); в контрольной группе ($n=19$) до лечения Me общего балла - 20 баллов [19;23], после – 22 балла [21;24] ($p=0,003$). По критерию Краскела-Уоллиса $p=0,008$ при сравнении Me общего балла после лечения у пациентов трех групп; при оценке по критерию Данна с использованием поправки Бонферрони $p_{1-2}=0,047$, $p_{1-3} < 0,001$, $p_{2-3}=0,041$.

Также был проведен анализ эффективности лечения у пациентов трех групп в зависимости от исходного балла по шкале MoCA (таб.2). Было получено, что в основной группе лечение было одинаково эффективным у пациентов в подгруппах, начиная от исходного значения 25 до 20 баллов и менее, превышая показатели в контрольной группе.

Таблица №2. Динамика показателя общего балла по шкале МоСА до и после лечения у пациентов в трех группах в зависимости от исходного значения

Общий балл по шкале до лечения MoCA	Основная группа Me [Q1;Q3]		Группа сравнения Me [Q1;Q3]		Контрольная группа Me [Q1;Q3]		Значение р
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения	
	(n=37)		(n=33)		(n=19)		
по шкале MoCA≤ 25	22 [20;24]	24** [23;27]	20 [20;23]	24** [22;25]	20 [19;23]	22* [20;23]	A=0,008 B=0,047 C=0,001 D=0,041
по шкале MoCA≤ 24	(n=31)		(n=31)		(n=19)		A=0,014
	22 [19;23]	24** [23;26]	20 [19;22]	23** [21;24]	20 [19;23]	22* [20;23]	B=0,221 C=0,001 D=0,012
по шкале MoCA≤ 23	(n=26)		(n=25)		(n=16)		A=0,014
	21 [19;22]	24** [23;25]	20 [19;21]	22** [21;24]	20 [19;21,5]	21* [20;22,5]	B=0,232 C<0,001 D=0,015
по шкале MoCA≤ 22	(n=21)		(n=24)		(n=13)		A=0,002
	20 [19;22]	23** [23;25]	21 [19;21]	22** [21;24]	19 [19;20]	21* [20;22]	B=0,514 C=0,002 D=0,043
по шкале MoCA≤ 21	(n=15)		(n=21)		(n=12)		A=0,01
	19 [19;20]	23** [21;24]	20 [19;20]	22** [21;24]	19 [19;20]	21* [19,5;21,5]	B=1,0 C=0,011 D=0,055
по шкале MoCA≤ 20	(n=12)		(n=17)		(n=11)		A=0,025
	19 [19;19,5]	23* [20,5;23,5]	20 [19;20]	22** [21;23]	19 [19;20]	21* [19;21]	B=1,0 C=0,041 D=0,076

Примечание: * $p < 0,05$, ** $p < 0,001$; A – p по критерию Краскела-Уоллиса при сравнении показателей 1, 2 и 3 групп; B – p по критерию Данна с поправкой Бонферрони при сравнении 1 и 2 групп; C – p по критерию Данна с поправкой Бонферрони при сравнении 1 и 3 групп; D – p по критерию Данна с поправкой Бонферрони при сравнении 2 и 3 групп

В группе сравнения также отмечалось статистически значимое увеличение общего балла, при исходном значении от 25 баллов и менее до 20 баллов и менее. Однако, преимущество перед контрольной группой,

сохранялось только при исходном значении выше 22 баллов, при более низких исходных показателях преимущества перед контрольной группой не было выявлено.

При оценке общего балла ИМК+БОС «Нейрочат» и ИМК+БОС «Экзокисть-2» в раннем восстановительном периоде инсульта было отмечено лучшее восстановление у пациентов основной группы, чем у пациентов группы сравнения. В позднем восстановительном периоде инсульта была выявлена равная эффективность ИМК+БОС «Нейрочат» и ИМК+БОС «Экзокисть-2» (таб.3).

Таблица №3. Показатели общего балла по шкале МоСА у пациентов основной группы и группы сравнения

	Основная группа Me [Q1;Q3]		Группа сравнения Me [Q1;Q3]		Значение p согласно критерию Манна-Уитни
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения	
Ранний восстановительный период	(n=23)		(n=22)		0,014
Общий балл по шкале МоСА	22 [19;24]	24** [23;27]	20 [19;21]	22,5** [21;24]	
Поздний восстановительный период	(n=14)		(n=11)		0,344
Общий балл по шкале МоСА	22 [20;23]	25,5* [23;28]	22 [21;24]	24* [23;26]	

Примечание: * $p < 0,05$, ** $p < 0,001$

При оценке по *тесту слежения* у пациентов основной группы статистически значимая положительная динамика до и после проведенного лечения была отмечена по субшкалам А и В (для субшкалы А - $p=0,005$, для субшкалы В - $p=0,003$); у пациентов группы сравнения – также отмечена статистически значимая положительная динамика при сравнении данных до и после лечения по обеим субшкалам (для субшкалы А - $p=0,05$, для субшкалы В - $p=0,022$); у пациентов контрольной группы статистически значимой динамики отмечено не было и по субшкале А ($p=0,314$) и по субшкале В ($p=0,573$).

При оценке субтеста 9 теста Векслера «Кубики Кооса» статистически значимая положительная динамика была получена только для пациентов основной группы ($p < 0,001$) и группы сравнения ($p = 0,045$), в отличие от пациентов контрольной группы ($p = 0,182$). (таб.4)

Таблица №4. Динамика показателей оценки когнитивных функций по «Тесту слежения» и субтесту 9 теста Векслера «Кубики Кооса»

	Основная группа Me [Q1;Q3] M±SD (n=37)		Группа сравнения Me [Q1;Q3] M±SD (n=33)		Контрольная группа Me [Q1;Q3] M±SD (n=19)	
	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения	До лечения	После лечения
Тест слежения						
Субшкала А (секунды)	52,1 [45,6; 62,4] (56,34± 18,8)	50,75* [42,78; 62,9] (54,99± 20,48)	61,8 [49,2; 84,7] (69,03±27,8)	60,6* [51,17;81,9] (68,82±67,54)	62,5 [43,7; 81,2] (69,7± 34,1)	59,6 [42,6; 76,84] (69,49± 45,89)
A=0,049; B=0,0509; C=0,414; D=0,1						
Субшкала В (секунды)	101,4 [88,6; 137,9] (125,3± 66)	99,45* [89,45; 123,3] (120,4± 46,89)	167,8 [133,3; 217,4] (177,7± 65,3)	162* [125,8; 198,94] (167,09± 62,97)	163,4 [107,2; 240,5] (183,1± 87,1)	162,98 [121; 236,18] (182,57± 143,52)
A=0,001; B=0,002; C<0,001; D=0,099						
Субтест 9 теста Векслера «Кубики Кооса»						
Балл	40 [36;44]	42* [38;45]	42 [35;44]	43* [38;45]	36 [28;41]	38 [30;42]
A=0,813; B=1,0; C=0,152; D=0,011						

Примечание: * $p < 0,05$, ** $p < 0,001$

При обследовании по Методике «Таблицы Шульте» у всех пациентов основной группы и группы сравнения была сопоставимая статистически значимая положительная динамика; в контрольной группе - только при предъявлении третьей таблицы, в других - динамики не было.

При оценке теста «Запоминания 10 слов» по А.Р. Лурия была отмечена статистически значимая положительная динамика у пациентов

основной группы во всех десяти попытках; у пациентов группы сравнения – в первых пяти; у пациентов контрольной группы – в первых восьми. До пятой попытки во всех трех группах отмечено статистически значимое улучшение после лечения, которое отмечается в дальнейшем до десятой попытки в основной группе и в контрольной - до восьмой попытки. В группе сравнения снижение показателя отмечено после пятой попытки и результаты утрачивают статистическую значимость.

При оценке *функционального статуса* с помощью индекса повседневной активности Бартел статически значимая динамика при оценке показателей внутри каждой группы была получена у пациентов всех трех групп ($p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,012$), показав равную эффективность. При оценке по шкале Рэнкина статистически значимой динамики показателей до и после лечения внутри каждой группы получено не было.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

В результате исследования проведена оценка безопасности и эффективности лечения пациентов с когнитивными нарушениями в восстановительном периоде церебрального инсульта с использованием высокотехнологичных интерфейсов мозг-компьютер с БОС. Разработана и внедрена новая методика лечения с использованием программного комплекса ИМК+БОС «Нейрочат» на основе ритма Р300 с ментальными упражнениями под контролем воображения больного, основанного на анализе синхронной обработки паттернов электроэнцефалограммы и биологической обратной связью. Отмечена хорошая переносимость и безопасность применения ИМК+БОС «Нейрочат» в сравнении с ИМК+БОС «Экзокисть-2» и стандартной терапией по данным оценки по шкале депрессии Бека, по шкале тревоги Гамильтона, шкале депрессии Гамильтона, проведенной в динамике до и после лечения. В результате исследования показано, что применение ИМК+БОС «Нейрочат» было эффективно в коррекции когнитивных нарушений у пациентов, превосходя стандартную терапию вне зависимости от исходного значения показателя по шкале МоСА. В свою очередь, применение ИМК+БОС «Экзокисть-2» имело ограничения, превосходя результаты стандартной терапии лишь при исходном показателе по шкале МоСА не менее 22 баллов, при меньшем значении результаты были сопоставимы с

использованием стандартной терапии. Также отмечено, что лечение с использованием высокотехнологичных интерфейсов мозг-компьютер с БОС было эффективным в достижении регресса когнитивных расстройств у пациентов и в раннем, и в позднем восстановительном периоде инсульта. При этом, в раннем восстановительном периоде использование ИМК+БОС «Нейрочат» продемонстрировало лучшее восстановление у пациентов, согласно данным оценки по шкале МоСА, по сравнению с ИМК+БОС «Экзокисть-2». Достигнутый в результате лечения регресс когнитивных расстройств способствовал восстановлению функционального состояния.

ВЫВОДЫ

1. Разработанная новая методика лечения с использованием высокотехнологичного программного комплекса ИМК+БОС «Нейрочат» показала хорошую переносимость и безопасность в сравнении с ИМК+БОС «Экзокисть-2» и стандартной терапией у пациентов в восстановительном периоде инсульта, не вызывая негативного влияния на эмоциональное состояние, согласно результатам обследования по шкале депрессии Бека, шкале депрессии Гамильтона, шкале тревоги Гамильтона.

2. Применение высокотехнологичных программных комплексов ИМК+БОС «Нейрочат» и ИМК+БОС «Экзокисть-2» позволило достичь статистически значимо регресса когнитивных расстройств у пациентов в восстановительном периоде инсульта, превышая результаты стандартной терапии по результатам проведенных в динамике нейропсихологических исследований, включая шкалу МоСА ($p_{1-2}=0,047$, $p_{1-3}=0,001$, $p_{2-3}=0,041$); тест слежения (для субшкалы А $p_{1-2}=0,0509$, $p_{1-3}=0,414$, $p_{2-3}=0,1$; для субшкалы В $p_{1-2}<0,001$, $p_{1-3}<0,001$, $p_{2-3}<0,001$); методику «Таблицы Шульте», субтесту 9 теста Векслера «Кубики Кооса» ($p=0,005$; $p=0,045$; $p=0,182$), по тесту «Запоминания 10 слов по А.Р. Лурия» (для ИМК+БОС «Нейрочат»).

3. Исходная выраженность когнитивных расстройств у пациентов в исследовании не являлась ограничением для достижения лечебного эффекта при применении ИМК+БОС «Нейрочат», превосходя стандартную терапию. При использовании ИМК+БОС «Экзокисть-2» эффект превосходил результаты стандартной терапии лишь при исходном

показателе по шкале МоСА не менее 22 баллов, при меньшем значении результаты были сопоставимы.

4. Применение ИМК+БОС «Нейрочат» превосходило эффективность ИМК+БОС «Экзокисть-2» в достижении регресса когнитивных расстройств у пациентов в раннем восстановительном периоде инсульта по значению общего балла по шкале МоСА ($p=0,014$). В позднем восстановительном периоде использование высокотехнологичных интерфейсов продемонстрировало равную эффективность ($p=0,344$).

5. Результаты оценки функциональной активности по шкале Ренкина; активности повседневной жизни по индексу Бартел у пациентов с когнитивными нарушениями в восстановительном периоде инсульта показали равную эффективность применения ИМК+БОС «Нейрочат», ИМК+БОС «Экзокисть-2» и стандартной терапии.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При лечении пациентов с когнитивными нарушениями в восстановительном периоде инсульта, целесообразно применение высокотехнологичных программных комплексов ИМК+БОС «Нейрочат» и ИМК+БОС «Экзокисть-2». Курс лечения 8-10 процедур.

2. Проведение лечения с использованием высокотехнологичного программного комплекса ИМК+БОС «Нейрочат» рекомендуется всем пациентам в восстановительном периоде инсульта, имеющим когнитивные нарушения, не достигающих степени деменции. Проведение лечения с использованием программного комплекса ИМК+БОС «Экзокисть-2» рекомендуется у пациентов с когнитивными нарушениями в восстановительном периоде инсульта при исходном показателе по шкале МоСА не менее 22 баллов.

3. У пациентов в раннем восстановительном периоде инсульта, имеющих когнитивные нарушения, рекомендуется лечение с применением ИМК+БОС «Нейрочат». У пациентов в позднем восстановительном периоде инсульта, имеющих когнитивные нарушения, рекомендуется использование программного комплекса ИМК+БОС «Нейрочат» или ИМК+БОС «Экзокисть-2».

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШЕЙ РАЗРАБОТКИ ТЕМЫ

Перспективны дальнейшей разработки темы связаны с применением новой методики лечения с использованием программного комплекса ИМК+БОС «Нейрочат» в лечении постинсультных когнитивных нарушений различной степени выраженности, что позволит расширить отбор пациентов для проведения немедикаментозного лечения. Также дифференцированное применение ИМК+БОС в раннем и позднем восстановительном периоде инсульта позволит более точно определить применение высокотехнологичных интерфейсов мозг-компьютер на различных этапах реабилитации. что, в свою очередь, способствует повышению качества и индивидуализации реабилитационного процесса.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. **Борисова, В.А. Динамика восстановления когнитивного дефицита у пациентов в раннем восстановительном периоде ишемического инсульта/ Котов С.В., Борисова В.А., Слюнькова Е.В., Исакова Е.В., Киселев А.В., Котов А.С.// Журнал неврологии и психиатрии им. С.С.Корсакова-2021-Т.121-№11.-С.26-32. ИФ РИНЦ-1,053. К-1**
2. **Борисова, В.А. Когнитивная реабилитация после инсульта с использованием нефармакологических подходов/ Котов С.В., Борисова В.А., Исакова Е.В.// Журнал неврологии и психиатрии им. С.С.Корсакова-2021-Т.121-№12-2.-С.26-32. ИФ РИНЦ - 1,053 К-1**
3. **Borisova V. Effectiveness of biofeedback training based on the brain-computer interface in poststroke patients/ E. Slyunkova, V. Borisova, A. Gevorkyan, R. Ponomarev// Abstracts of the 7th Congress of the European Academy of Neurology -2021-678**
4. **Борисова, В.А., Котов С.В., Галкина Н.В., Ильинцев И.В., Щербакова М.М., Котов А.С., Белова Ю.А., Лиждвой В.Ю. Способ реабилитации больных, перенесших инсульт// Патент РФ на изобретение №RU2742071C1. Заявка № 2020129680, дата подачи заявки 08.09.2020. Опубликовано 02.02.2021 Бюл. №15**
5. **Борисова, В.А. Возможности интерфейса «мозг-компьютер» в коррекции постинсультных когнитивных нарушений/ Котов С.В.,**

Борисова В.А., Исакова Е.В.// Журнал неврологии и психиатрии им. С.С.Корсакова-2022-Т.122-№12-2.-С.60-66. ИФ РИНЦ - 1,145 К-1

6. Борисова, В.А. Эффективность применения интерфейсов «мозг-компьютер» и когнитивных тренингов с использованием компьютерных технологий в восстановлении когнитивных функций у пациентов после инсульта / Котов С.В., Слюнькова Е.В., Борисова В.А., Исакова Е.В.// Журнал неврологии и психиатрии им. С.С.Корсакова-2022-Т.122-№12-2.-С.67-75. ИФ РИНЦ – 1,145 К-1

7. Борисова, В.А. Нефармакологические подходы в когнитивной реабилитации пожилых пациентов после инсульта/ Котов С.В., Исакова Е.В., Борисова В.А.// Клиническая геронтология – 2022-Т.28-№11-12.-С.52-62. ИФ РИНЦ – 0,335.

8. Борисова, В.А. Эффективность применения интерфейсов "мозг-компьютер" в восстановлении когнитивных функций у пациентов после церебрального инсульта/ Котов С.В., Слюнькова Е.В., Борисова В.А.// В книге: Нейронаука для медицины и психологии. Материалы XVIII Международного междисциплинарного конгресса. Москва, 2022. С. 313-314

9. Borisova V. The effectiveness of a comprehensive program with biofeedback on the support reaction in the recovery period of a stroke/ S. Kotov, J. Egorova, V. Borisova, E. Isakova, N. Filatov, E. Slyunkova// Abstracts of the 8th Congress of the European Academy of Neurology-2022-914

10. Borisova V. Brain-computer interfaces with neurofeedback and computer trainings – efficiency comparison for patients with PICS / S. Kotov, J. Egorova, V. Borisova, E. Isakova, N. Filatov, E. Slyunkova// Abstracts of the 8th Congress of the European Academy of Neurology-2022-914

11. Борисова, В.А. Влияние срока начала когнитивной реабилитации после перенесенного ишемического инсульта на уровень восстановления/ Котов С.В., Киселев А.В., Исакова Е.В., Котов А.С., Стовбун С.В., Борисова В.А.// Журнал неврологии и психиатрии им. С.С.Корсакова-2023-Т.123-№8-2.-С.77-83. ИФ РИНЦ – 1,101. К-1

12. Борисова, В.А. Оценка нарушений нейродинамических процессов у больных в остром периоде ишемического инсульта/

Котов С.В., Зенина В.А., Исакова Е.В., Щербакова М.М., Котов А.С., Борисова В.А.// Журнал неврологии и психиатрии им. С.С.Корсакова-2023-Т.123-№3-2.-С.5-12. ИФ РИНЦ – 1,101. К-1

13. Борисова, В.А. Применение интерфейса «мозг-компьютер» с биологической обратной связью для когнитивной реабилитации после инсульта/ Котов С.В., Исакова Е.В., Борисова В.А.// В книге: Нейронаука для медицины и психологии. Материалы XIX Международного междисциплинарного конгресса. Москва, 2023. С. 66-67.

14. Borisova, V.A. Potential of a brain-computer interface for the correcting poststroke cognitive impairments/V.A. Borisova, E.V. Isakova, S.V. Kotov// Neuroscience and Behavioral Physiology. 2023-Т. 53.-№ 6. p. 988-993. ИФ РИНЦ – 0,433

15. Borisova, V.A. Effect of the start time of cognitive rehabilitation after ischemic stroke on the level of the recovery/ S.V. Kotov, Kiselev A.V., E.V. Isakova, A.S.Kotov, S.V. Stovbun, V.A.Borisova// Neuroscience and Behavioral Physiology. 2024-Т. 54.-№ 1. p. 46-51. ИФ РИНЦ -0,416

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

HARS - Hamilton Anxiety Rating Scale;

HDRS - Hamilton Depression Rating Scale;

MoCA - Montreal Cognitive Assessment;

БОС – биологическая обратная связь;

ИМК – интерфейс мозг-компьютер;

ИМК+БОС - интерфейс мозг-компьютер с биологической обратной связью.