

Быковский Павел Васильевич

**ДИНАМИКА КЛИНИКО-СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ОСТРОЙ
НЕСПЕЦИФИЧЕСКОЙ БОЛИ В СПИНЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬФА-
ТРЕНИНГА**

3.1.24. Неврология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кировский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (ректор – доктор медицинских наук, профессор Л.М. Железнов)

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой неврологии, нейрохирургии и нейрореабилитации ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России (г. Киров)

Шерман Михаил Айзикович

Официальные оппоненты:

доктор медицинских наук, профессор кафедры неврологии ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России (г. Уфа)

Ахмадеева Лейла Ринатовна

доктор медицинских наук, профессор кафедры неврологии, нейрохирургии и медицинской генетики ИИН ФГАОУ ВО РНИМУ им. Н.И. Пирогова Минздрава России (Пироговский Университет) (г. Москва)

Камчатнов Павел Рудольфович

Ведущая организация: федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Приволжский исследовательский медицинский университет" Министерства здравоохранения Российской Федерации (603005, г. Нижний Новгород, пл. Минина и Пожарского, д. 10/1)

Защита состоится «___» _____ 2026 г. в «___» часов на заседании диссертационного совета 21.2.052.01 при ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России (614990, г. Пермь, ул. Петropавловская, 26).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России по адресу г. Пермь, ул. Петropавловская, 26 и на сайте <https://psmu.ru>, с авторефератом на сайтах <https://psmu.ru> и <https://vak.gisnauka.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2026 г.

Учёный секретарь диссертационного совета
доктор медицинских наук, доцент

Шулятникова Оксана Александровна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. Острая неспецифическая боль (ОНБ) в спине и шее (далее – ОНБ в спине) входит в число ведущих неинфекционных проблем общественного здравоохранения во всём мире (Куренков Е. Л., 2018; GBD 2017 Disease and Injury Incidence and Prevalence Collaborators, 2018; Hartvigsen J. et al., 2018; Blyth F. M., 2023; Murray C. J. L. et al., 2023; Oertel W. F. et al., 2024) и в группу самых частых причин временной нетрудоспособности, обуславливая значительные социально-экономические потери (Лебедева-Несевря Н. А., Цинкер М. Ю., 2018; Park A. L. et al., 2022; Zhang Y. et al., 2025).

Для лиц с ОНБ в спине характерен «болевой» стереотип поведения, ограничивающий двигательную активность (Alemdaroğlu İ., Koparal M., 2016; Раевская А. И. и др., 2025) и связанный с нарушением постурального контроля (Барулин А. Е. и др., 2017; Сухова О. А., 2024), тревожной симптоматикой, хронизацией боли и ухудшением качества жизни (Vos T. et al., 2020; Ferreira M. L. et al., 2023).

В клинической практике инструментальные методы исследования постуральных нарушений применяются ограниченно (Meints S. M., Edwards R. R., 2018; Ernandes R. C. et al., 2020; Särkilahti N. et al., 2024). В связи с этим растёт интерес к компьютерной стабилometрии – надёжному методу объективизации функционального состояния постуральной системы (Гореликов А. Е. и др., 2017; Доценко В. И. и др., 2017; Hébert-Losier K., Murray L., 2020).

Недостаточная эффективность и нередкие нежелательные побочные эффекты медикаментозной терапии привлекают всё большее внимание к нефармакологическим способам купирования ОНБ в спине (Van der Gaag W. H. et al., 2020; George S. Z., Goertz C. M., 2021), среди которых особое значение приобретает альфа-тренинг – разновидность терапии с использованием биологической обратной связи (БОС) по электроэнцефалограмме (ЭЭГ), способствующий снижению интенсивности и продолжительности боли и связанных с ней стрессовых реакций (Hetkamp M. et al., 2019; Mayaud L. et al., 2019; Diotaiuti P., Corrado S., Tosti B., 2024).

Актуальность данного исследования, направленного на оценку эффективности альфа-тренинга в терапии ОНБ в спине, определяется её широкой распространенностью, риском хронизации, недостаточной эффективностью и безопасностью существующих методов лечения, а также необходимостью разработки комплексных подходов, направленных на коррекцию сопутствующих соматических и психофизиологических факторов.

Степень разработанности темы исследования. Известно, что экспериментально индуцированная острая боль вызывает гиперактивность сенсомоторной коры и снижение индекса альфа-ритма, причём, низкий уровень индекса коррелирует с болью большей интенсивности (Baroni A. et al., 2020; Chouchou F., Perchet C., Garcia-Larrea L., 2021; Wang W. E.

et al., 2021; Kenefati G. et al., 2023) и является прогностическим маркером хронизации боли (Lim M. et al., 2016; Villafaina S. et al., 2019; Hohn V. D. et al., 2025). Ряд публикаций продемонстрировал эффективность использования нейробиоуправления для купирования хронической (Patel K. et al., 2020; Roy R. et al., 2020; Diotaiuti P., Corrado S., Tosti B., 2024) и экспериментально индуцированной острой боли (Patel K. et al., 2021), однако не проводилось исследований оценивающих эффективность альфа-тренинга в терапии ОНБ в спине.

Нарушение постурального баланса при ОНБ в спине развивается уже на раннем этапе и может способствовать её хронизации (Rolli-Salathé A, Harriss-Doyle K., Roebroek M. E., 2020; Hao H. et al., 2024), однако большинство постурологических исследований посвящено изучению пациентов с хронической болью, либо анализу эффективности физиотерапевтических методик (Salavati M. et al., 2016; van Dieën J. H., et al., 2019; Wang H. et al., 2023), в то время как динамика постуральных показателей при альфа-тренинге не изучалась. Не анализировалась взаимосвязь клинико-anamнестических, электроэнцефалографических и стабилметрических факторов, обуславливая недостаточную освещённость вопросов персонализации лечения и выявления предикторов эффективности альфа-тренинга у этих пациентов.

Цель исследования: изучить возможности комплексной терапии острой неспецифической боли в спине, включающей метод биологической обратной связи (альфа-тренинг).

Задачи исследования:

1. Дать клинико-инструментальную характеристику нарушений при острой неспецифической боли в спине с использованием стабилметрических показателей постуральной системы пациентов.
2. Изучить динамику острой неспецифической боли в спине и стабилметрических показателей на фоне комплексной терапии с использованием альфа-тренинга.
3. Верифицировать клинические и стабилметрические параметры, влияющие на прогноз острой неспецифической боли в спине на фоне комплексной терапии с использованием альфа-тренинга.

Научная новизна. Впервые выявлена корреляция между интенсивностью острой боли в спине и индексом альфа-ритма ЭЭГ, а также взаимосвязь данных показателей со стабилметрическими параметрами.

Впервые альфа-тренинг использован в терапии пациентов с острой неспецифической болью в спине и дана комплексная оценка эффективности базисной терапии в сравнении с сочетанной терапией (базисное лечение + альфа-тренинг), а также доказано превосходство последней в отношении регресса боли, тревожности и оптимизации постуральной функции у данной категории испытуемых.

Впервые определены предикторы эффективности и резистентности использования сочетанной терапии с использованием альфа-тренинга у исследуемых пациентов. Разработаны методы и средства прогнозирования интенсивности острой неспецифической боли в спине (свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024617004).

Теоретическая значимость работы. Настоящее исследование расширяет современные представления о нейрофизиологических механизмах, лежащих в основе острой неспецифической боли в спине, подчеркивая роль альфа-ритма в восприятии и модуляции боли. Оно обогащает биопсихосоциальную модель боли, демонстрируя связь нейрофизиологических (альфа-ритм), психологических (тревожность) и биомеханических (постуральный контроль) факторов в контексте острой неспецифической боли в спине. Исследование подтверждает теоретическую основу эффективности нейрофидбэка в управлении острой болью посредством усиления альфа-ритма за счёт механизмов улучшения сенсомоторной интеграции.

Практическая значимость работы. Выделен симптомокомплекс наиболее часто встречающихся нарушений у пациентов с ОНБ в спине, включающий клинико-anamnestические и инструментальные (нейрофизиологические и стабилметрические) особенности.

Показано, что метод компьютерной стабилметрии совместно с контролем альфа-ритма ЭЭГ обоснованно применять для объективной оценки эффективности сочетанного с нейрофидбеком лечения пациентов с острой неспецифической болью в спине.

Проведённое исследование предоставляет доказательства в пользу включения релаксационного альфа-тренинга в протоколы лечения ОНБ в спине, предлагая врачам безопасный и неинвазивный метод, способствующий усилению анальгетического эффекта, снижению тревожности и оптимизации постуральных функций.

Установлены клинико-anamnestические и стабилметрические предикторы эффективности терапии ОНБ в спине, что ещё на этапе выбора тактики лечения позволяет стратифицировать пациентов по потенциальному исходу и назначить альфа-тренинг тем, кто с наибольшей вероятностью получит пользу от комбинированной терапии.

Положения, выносимые на защиту:

1. У пациентов с острой неспецифической болью в спине наблюдается лёгкая тревожность, снижение индекса альфа-ритма электроэнцефалограммы, умеренно коррелирующего с повышенной плотностью статокинезиограммы, что свидетельствует о постуральной дисфункции.

2. Наибольший регресс боли и улучшение постуральных функций получены при применении комбинированной терапии, включающей альфа-тренинг.

3. Для прогнозирования эффективности базисной терапии острой неспецифической боли в спине, сочетанной с альфа-тренингом, могут быть использованы исходные значения боли по

визуальной аналоговой шкале и стабилметрический коэффициент резкого изменения направления движения.

Методология и методы исследования. Исследование выполнено на базе неврологического отделения клиники ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России.

Объектом исследования явились пациенты с острой неспецифической болью в шее и в пояснице. В качестве предмета исследования рассматривались показатели клинического, в том числе психоэмоционального, статуса, визуализационные (томографические или рентгенографические), постурологические (стабилметрические) и нейрофизиологические, в частности, альфа-индекс ЭЭГ, показатели у данной категории пациентов.

Результаты работы получены с применением комплекса методов, включающих рутинные методы клинического, инструментального и лабораторного обследования, осмотр пациентов с использованием валидированных опросников и шкал, анализ динамики клинικο-стабилметрических показателей при острой неспецифической боли в спине в результате применения альфа-тренинга. Выводы сформулированы на основе статистического анализа полученных данных.

Соответствие диссертации паспорту специальности. Диссертационная работа соответствует паспорту специальности 3.1.24. Неврология (медицинские науки, клиническая медицина) по направлению исследований п. 8 «Вертеброгенные заболевания нервной системы», п. 15 «Неврология болевых синдромов», п. 20 «Лечение неврологических больных и нейрореабилитация».

Связь диссертационной работы с научными программами. Тема диссертационного исследования утверждена решением ученого совета ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России (протокол № 05 от 30.05.2025 г.). Работа выполнена в соответствии с НИР ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России (№ государственной регистрации темы 125121514406-6), одобрена решением локального этического комитета ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России (протокол № 08/2025 от 17.06.2025 г.).

Степень достоверности полученных результатов. Достоверность результатов исследования подтверждается соответствием дизайна поставленным задачам, репрезентативностью выборки, достаточным для статистической обработки данных объемом выборки, информативностью и валидностью выбранных методов обследования, использованием современных технических и программно-методических средств, таких как компьютерный стабиланализатор и программно-аппаратный телеметрический психофизиологический комплекс, корректным применением соответствующих параметрических и непараметрических методов статистического анализа (t-критерий Стьюдента, U-критерий Манна-Уитни, тест Вилкоксона, Хи-квадрат с или без поправок Йейтса

и Бонферрони, корреляционный анализ Спирмена, многофакторный регрессионный анализ). Статистически значимыми считались результаты проверки гипотез при $p < 0,05$.

Личный вклад диссертанта в исследование. Все этапы планирования исследования реализовывались при личном участии автора. Автором совместно с руководителем диссертационного исследования обозначена цель исследования, определены его задачи, сформулированы положения, выносимые на защиту, и выводы. Материал, представленный в диссертации, получен, обработан и проанализирован лично автором. Клиническое обследование, тестирование (в том числе стабилметрическое), альфа-тренинги проводились автором самостоятельно на базе клиники ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России.

Внедрение результатов исследования в практику. Практические рекомендации на основании результатов исследования используются в работе неврологического отделения и отделения медицинской реабилитации для пациентов с соматическими заболеваниями клиники ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России (г. Киров), в процессе обучения студентов по программе специалитета 31.05.01 Лечебное дело по дисциплине «Неврология, нейрохирургия», ординаторов специальности 31.08.42 Неврология и медицинских работников, проходящих курсы повышения квалификации на кафедре неврологии, нейрохирургии и нейрореабилитации ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России (г. Киров).

Апробация результатов работы. Результаты исследования представлены на научных конференциях регионального, всероссийского, международного уровней, в частности на Межрегиональной научно-практической конференции неврологов и нейрохирургов «Актуальные вопросы неврологии» (Киров, 2018), XIX Всероссийской научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием «Молодежь и медицинская наука в XXI веке» (Киров, 2018), Межрегиональной научно-практической конференции неврологов, нейрохирургов и психиатров «Актуальные вопросы клинической неврологии и психиатрии» (Киров, 2019), XIII Междисциплинарном Международном Конгрессе «Manage Pain» (Москва, 2022), XXIV Всероссийской научной конференции с международным участием «Молодежь и медицинская наука в XXI веке» (Киров, 2023), Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня рождения профессора Александра Алексеевича Шутова «Неврологические чтения в Перми» (2023), Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы неврологии в молодежной науке» (Санкт-Петербург, 2024), XXVI Всероссийском конгрессе с международным участием «Давиденковские чтения» (Санкт-Петербург, 2024), на межкафедральном заседании кафедр неврологии, нейрохирургии и нейрореабилитации, психиатрии им. В.И. Багаева, патофизиологии ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России от 06 марта 2026 года (протокол № 12/25-26).

Публикации. По теме исследования опубликовано 10 печатных работ, из них 3 статьи – в журналах, входящих в перечень рецензируемых научных изданий ВАК Минобрнауки России и МБД Scopus, CA(pt), в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по специальности 3.1.24. Неврология. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ (№ 2024617004 от 27.03.2024).

Объем и структура диссертации. Диссертация представлена рукописью на русском языке объемом 144 страницы печатного текста и состоит из введения, 5 глав, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и 1 приложения. Работа иллюстрирована 26 рисунками, 18 таблицами и 4 формулами. Список литературы содержит 226 источников, из них 20 отечественных и 206 зарубежных.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы исследования

Исследование включало 60 пациентов с острой неспецифической болью в спине. Основную группу составили 30 пациенты с ОНБ в спине, которым проводилась комбинированная терапия, включающая базисное лечение и альфа-тренинг. Группа сравнения состояла из 30 испытуемых с ОНБ в спине, получавших только базисное лечение. Средний возраст основной группы из 7 мужчин и 23 женщин составил $50,7 \pm 13,6$ лет ($M \pm SD$), группы сравнения из 8 мужчин и 22 женщин – $50,7 \pm 12,2$ лет ($M \pm SD$). Пациенты с различными локализациями боли в каждой из групп были представлены сопоставимо: в основной группе цервикалгию испытывали 16 испытуемых, люмбалгию – 14, в группе сравнения с цервикалгией было 14 человек, с люмбалгией – 16. Возраст испытуемых в подгруппах с разной локализацией боли не имел значимых различий: в основной группе и группе сравнения возраст пациентов с болью в шее составил 47,0 (34,0; 56,5) и 50,0 (36,0; 59,0) лет соответственно, а с болью в пояснице — 56,5 (51,0; 66,0) и 58,0 (43,0; 60,0) лет.

Проведение исследования одобрено Локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России.

Критериями включения в исследование являлись: наличие острой неспецифической боли в спине и письменное информированное согласие на добровольное участие в исследовании.

Критериями исключения были: наличие радикулопатии, дегенеративного стеноза позвоночного канала, перелома позвонков и иных поражений, указывающих на специфический характер боли в спине, наличие соматической патологии в стадии декомпенсации, выраженных когнитивных нарушений и нарушений зрения, грубой ортопедической патологии (включая врожденные или приобретенные аномалии развития), выраженных позных нарушений, а также

инсультов, онкологических и воспалительных поражений нервной системы, тяжелых черепно-мозговых травм в анамнезе.

Тип вмешательства: проспективное, открытое, когортное, сравнительное, рандомизированное исследование. Вне зависимости от группы всем пациентам применялась стандартная базисная терапия, включавшая нестероидные противовоспалительные и миорелаксирующие средства, использовавшиеся преимущественно в средних терапевтических дозах, гастропротекторы, препараты с вазоактивным и нейро-метаболическим действием, физиотерапия, в частности, СМТ-терапия, лечебная физкультура, включающая лечебную гимнастику с использованием фитбола и тренажёров. В основной группе наряду с базисной терапией проводился 10-дневный курс альфа-тренинга.

Обследование всех пациентов проводилось дважды: при поступлении в неврологическое отделение клиники и при выписке из стационара по окончании курса лечения. У всех пациентов оценивался клинико-неврологический статус с учетом данных визуализации (рентгенография, КТ или МРТ соответствующего отдела позвоночника).

Интенсивность боли оценивалась визуальной аналоговой шкалы (ВАШ), психоэмоциональный статус пациентов – валидированным «Опросником выраженности психопатологической симптоматики» (Symptom Checklist-90-Revised – SCL-90-R).

Инструментальная постуральная оценка проводилась с использованием компьютерной стабилотрии, - компьютерного постурологического комплекса для диагностики и реабилитации опорно-двигательной системы и функции равновесия «Стабилан-01-2» (ОАО «Ритм», г. Таганрог, Россия). Тестирование проводилось в европейском варианте постановки пациента на стабильной платформе в двух стандартных вариантах: в положении с открытыми глазами (ОГ) и закрытыми глазами (ЗГ).

Оценивались следующие стабилотрические параметры: положение общего центра давления (ОЦД) во фронтальной и в сагиттальной плоскостях (мм); средний разброс смещений ОЦД (мм); площадь статокинезиограммы (мм²), скорость смещения ОЦД (мм/с); коэффициент Ромберга – отношение площади в пробе с ЗГ к площади пробе с ОГ (%); показатель качества функции равновесия (КФР) – интегральный показатель, отражающий распределение векторов линейной скорости статокинезиограммы; коэффициент LFS (плотность статокинезиограммы), рассчитываемый как отношение длины статокинезиограммы к её площади (1/мм); коэффициент резкого изменения направления движения (КРИНД) – процент «резких» поворотов (более 45 градусов) вектора скорости относительно общего количества векторов (%).

Для проведения альфа-тренинга в основной группе использовался программно-аппаратный телеметрический психофизиологический комплекс «Реакор-Т». Контролируемым параметром являлся индекс альфа-ритма (%) в окципитальных отведениях А1-01 и А2-02.

Индекс альфа-ритма определялся автоматически, как доля волн ЭЭГ, принадлежащих диапазону 8-13 Гц (в сумме альфа-, бета-, тета- и дельта-диапазон составляют 100 %).

Процедура альфа-тренинга содержала сценарий повышения индекса альфа-ритма и проводилась с аудиальной биологической обратной связью. Контроль эффективности альфа-тренинга осуществлялся путем оценки индекса альфа-ритма во время этапа «исходный фон» первого сеанса и этапа «итоговый фон» последнего сеанса. Курс альфа-тренинга состоял из 10 сеансов, продолжительностью 25 минут, проводившихся 1 раз в день, ежедневно.

Статистическая обработка результатов произведена с помощью пакета прикладных статистических программ STATISTICA v. 10.0 (StatSoft-Russia, 2011). Для оценки нормальности распределения количественных данных применялся критерий Шапиро-Вилка. В качестве показателей для величин, имеющих нормальное или близкое к нормальному распределение, использовались среднее арифметическое (M), стандартное отклонение (SD) и стандартная ошибка среднего ($\pm m$). Величины распределением, отличным от нормального, описывали с помощью медианы (Me) и межквартильного размаха (Q1-Q3). Значения стабилметрических параметров для унификации отображения также представлены медианой и процентильным интервалом (значения некоторых показателей не подчинялись закону нормального распределения). Качественные признаки были представлены в виде абсолютных (n) и относительных величин (%). В зависимости от характера распределения для проверки гипотез о неравенстве величин применялись параметрические и непараметрические методы. В качестве критерия оценки статистической значимости различий выборочных средних использовался критерий Стьюдента для независимых и зависимых выборок. Для определения гомогенности дисперсий проводился тест Левена. В случае отличного от нормального распределения количественных данных для их оценки по группирующему качественному признаку применяли непараметрический критерий Манна-Уитни. Для сравнения двух связанных выборок по количественным признакам при распределении, отличном от нормального, использовался критерий Вилкоксона. Критическим уровнем статистической значимости различий (p) считался $p < 0,05$. Для выявления связи между исследуемыми показателями применялся критерий Спирмена с вычислением коэффициента корреляции (r), оценкой силы, направления и статистической значимости связи.

При прогнозировании эффективности альфа-тренинга в зависимости от возраста пациента с ОНБ в спине для оценки межгрупповых различий применялся критерий Манна-Уитни. Статистическую значимость различий качественных характеристик оценивали с помощью: критерия хи-квадрат (χ^2) с определением значения χ^2 , степеней свободы (df) и статистической значимости (p), теста χ^2 с поправкой Йейтса и поправкой Бонферрони для

множественных сравнений. Критическим уровнем статистической значимости различий выборочных данных (p) использовано значение $p < 0,05$.

С целью прогноза регресса болевого синдрома в обеих группах, исходя из проявлений, наблюдавшихся до начала терапии, применялся многофакторный регрессионный анализ с построением уравнений регрессии. Вклад каждого клинического и инструментального показателя в прогноз динамики интенсивности боли оценивался посредством сравнения стандартизированных регрессионных коэффициентов (b), а также их статистической значимости (критический уровень $p < 0,05$). Достоверность и адекватность полученных уравнений оценивалась по коэффициенту множественной корреляции (R) и коэффициенту множественной детерминации (R^2), критерию Фишера (F), а также по оценке нормальности распределения остатков регрессии (тест Шапиро-Вилка).

Результаты исследования и их обсуждение

Клинико-неврологическая оценка пациентов с острой неспецифической болью в спине и результаты их лечения. У всех пациентов, включённых в исследование, выявлены неспецифические дегенеративно-дистрофические изменения позвоночника (табл. 1). Статистический анализ не выявил значимых различий в распределении структурных изменений позвоночника между группами (табл. 1).

Таблица 1 – Распределение признаков структурных изменений позвоночника в группах

Отдел позвоночника	Признак	Основная группа (n=30)	Группа сравнения (n=30)
Шейный	Дегенеративно-дистрофические изменения	16 (53,3%)	14 (46,7%)
	Спондилез	12 (40,0%)	12 (40,0%)
	Спондилоартроз	5 (16,7%)	5 (16,7%)
	Протрузии/грыжи межпозвонковых дисков	1 (3,3%)	1 (3,3%)
	Сглаженность лордоза	9 (30,0%)	9 (30,0%)
	Дегенеративно-дистрофические изменения	14 (46,7%)	16 (53,3%)
Поясничный	Спондилез	14 (46,7%)	15 (50,0%)
	Спондилоартроз	11 (36,7%)	8 (26,7%)
	Протрузии/грыжи межпозвонковых дисков	11 (36,7%)	10 (33,3%)
	Сглаженность лордоза	10 (33,3%)	12 (40,0%)
	Лёгкий сколиоз	8 (26,7%)	7 (23,3%)
	Спондилолистез	4 (13,3%)	2 (6,7%)
	Грыжа Шморля	1 (3,3%)	0 (0%)

Интенсивность боли до начала терапии в основной группе и группе сравнения статистически значимо не отличалась и была преимущественно умеренной (рис. 1).

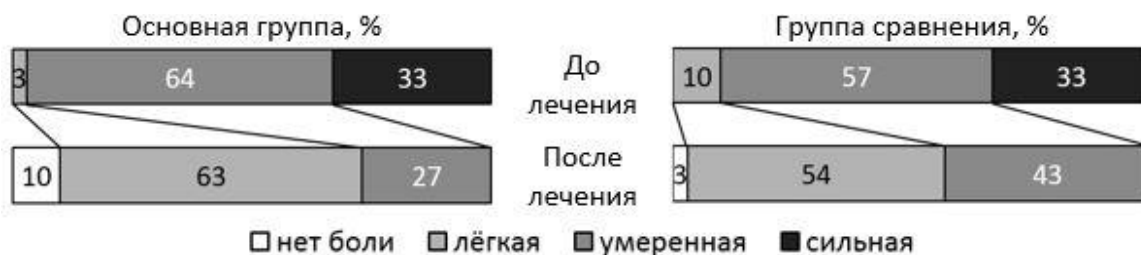


Рисунок 1 - Динамика острой неспецифической боли в спине (ВАШ, см).

К концу проводимого лечения в обеих группах отмечался регресс боли до лёгкой: с 5,0 (4,0; 7,0) до 3,0 (2,0; 4,0) в основной группе ($p=0,001$) и с 5,5 (5,0; 7,0) до 3,0 (3,0; 4,0) в группе сравнения ($p=0,001$), – что подтверждает эффективность как стандартной базисной терапии ОНБ в спине, так и комплексной терапии с использованием альфа-тренинга (рис. 1). Однако включение альфа-тренинга в схему терапии острой боли в основной группе позволило добиться её регресса до полного у 10% пациентов (в 3,3 раза больше, чем в группе сравнения) и до лёгкого – у 63% (в 1,2 раза больше, чем в группе сравнения). Также отмечалось существенное уменьшение числа лиц основной группы с умеренной болью (до 27%, что в 1,6 раза меньше, чем в группе сравнения). Кроме того, независимый t-тест показал ($p=0,03$), что у пациентов, получавших альфа-тренинг, выраженность боли по ВАШ после заключительного сеанса альфа-тренинга составляла на 0,9 см меньше, чем у пациентов группы сравнения (рис. 2).

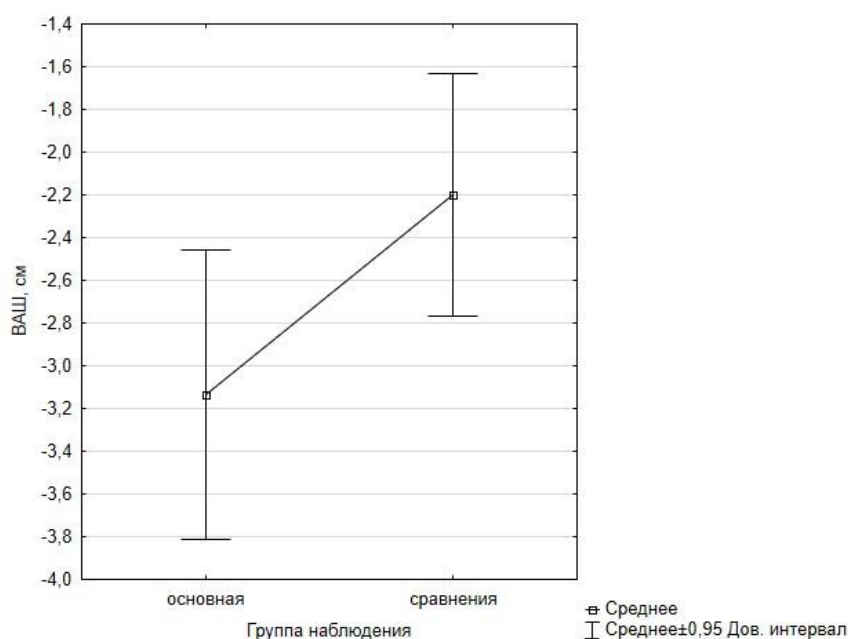


Рисунок 2 - Средние значения изменений интенсивности боли в группах (ВАШ, см)

В основной группе интенсивность боли уменьшилась на 3,13 (1,81) см, в то время как в группе сравнения только на 2,20 (1,52) см. Таким образом, включение альфа-тренинга в схему терапии острого болевого синдрома позволило добиться большего регресса боли.

Установлены значимые ($p=0,02$) гендерные различия в снижении боли в основной группе: у женщин интенсивности боли снизилась с 5,0 (4,0; 7,0) см до 3,0 (2,0; 4,0) см ($p=0,001$), в то время как у мужчин – с 5,0 (4,0; 6,0) см до 2,0 (0,0; 2,0) см ($p=0,03$), что свидетельствует более выраженной положительной динамике у мужчин.

В основной группе пациентов, прошедших альфа-тренинг, наблюдается статистически значимое ($p=0,004$) увеличение мощности альфа-ритма с 39,77 (14,51) % до 45,94 (15,39) % (рис. 3).

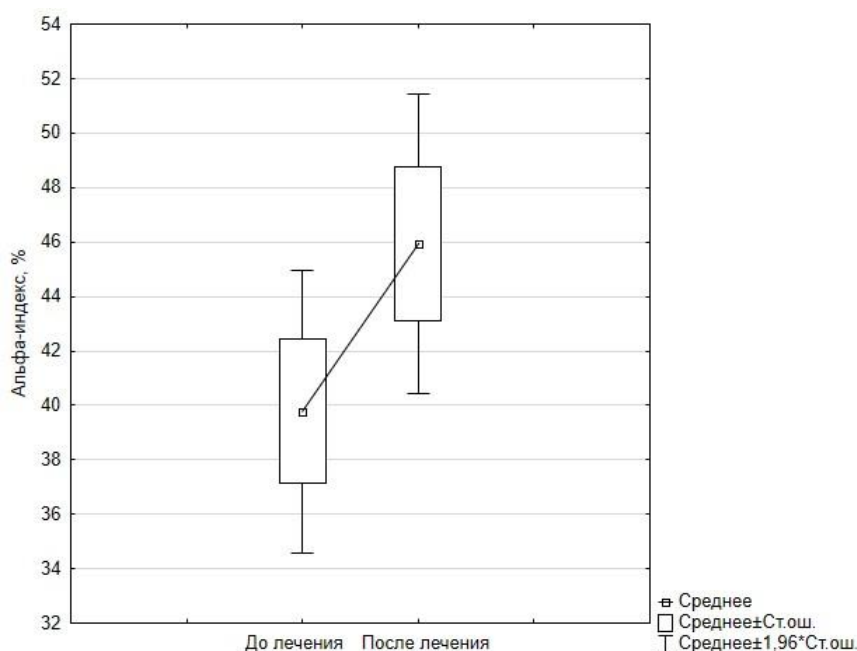


Рисунок 3 - Изменение величин альфа-индекса после альфа-тренинга

В норме при регистрации ЭЭГ в затылочно-теменных отведениях альфа-индекс составляет 75-95%, а ниже 50% - расценивается как патология. То, что у большинства пациентов индекс альфа-ритма после курса альфа-тренинга остался ниже нормативного диапазона связано с несколькими факторами: во-первых, острый болевой синдром негативно сказывается на способности выполнять когнитивные задачи, требующие активного произвольного участия и вовлечённости (в том числе на процессе обучения), из-за чего возникают сложности с достижением состояния релаксации и перестройкой нейронных сетей во время альфа-тренинга; во-вторых, способность к произвольной модуляции мозговой активности уменьшается с возрастом. Медианный возраст пациентов составил 53,5 лет, поэтому

менее выраженные изменения индекса альфа-ритма могут быть связаны с возрастными особенностями обучаемости. Таким образом, наибольшее значение представляет то, что наблюдались статистически значимая положительная динамика индекса альфа-ритма и был получен сравнительно больший анальгетический эффект в группе альфа-тренинга, что подтверждает его эффективность.

Анализ коэффициента корреляции Спирмена продемонстрировал умеренную отрицательную зависимость между выраженностью боли по ВАШ и индексом альфа-ритма как до лечения ($r=-0,49$, $p<0,05$), так и после него ($r=-0,46$, $p<0,05$), а также взаимосвязь между динамикой интенсивности боли и динамикой индекса альфа-ритма ($r=-0,39$, $p<0,05$). В связи с этим нельзя не обратить внимание на то, что основным фактором, ассоциированным с полным регрессом боли у 10 % пациентов основной группы, что отмечалось выше, стало существенное увеличение индекса альфа-ритма – в среднем на 17,4 % (в диапазоне от 10,1 % до 31,7 %) – по сравнению с увеличением у остальных в среднем на 4,6 %.

Статистически значимых различий по шкалам опросника SCL-90-R между группами до лечения не наблюдалось, в динамике зависимый t-тест продемонстрировал значимое снижение выраженности психопатологической симптоматики в обеих группах (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты тестирования по опроснику выраженности психопатологической симптоматики в группах

Показатель	Относительно лечения	Группа наблюдения	
		Основная	Сравнения
Обсессивность-компульсивность, балл	до	1,0 (0,6; 1,4)	0,9 (0,6; 1,1)
	после	0,7 (0,1; 0,9)*	0,2 (0,1; 0,6)*
Межличностная сензитивность, балл	до	0,8 (0,4; 1,4)	0,8 (0,3; 1,1)
	после	0,4 (0,0; 0,9)*	0,1 (0,0; 0,4)*
Депрессивность, балл	до	0,7 (0,5; 1,5)	0,7 (0,5; 1,0)
	после	0,3 (0,1; 1,0)*	0,2 (0,0; 0,3)*
Тревожность, балл	до	0,8 (0,5; 1,3)	0,8 (0,4; 0,9)
	после	0,3 (0,0; 0,5)*	0,1 (0,0; 0,3)*
Враждебность, балл	до	0,7 (0,3; 1,2)	0,6 (0,3; 1,0)
	после	0,2 (0,0; 0,5)*	0,0 (0,0; 0,2)*
Фобическая тревожность, балл	до	0,3 (0,0; 0,9)	0,1 (0,0; 0,3)
	после	0,1 (0,0; 0,4)*	0,0 (0,0; 0,0)*
Паранойяльность, балл	до	0,5 (0,2; 1,3)	0,5 (0,2; 0,8)
	после	0,2 (0,0; 0,7)*	0,2 (0,0; 0,5)*
Психотизм, балл	до	0,3 (0,2; 0,6)	0,3 (0,1; 0,6)
	после	0,2 (0,0; 0,4)*	0,0 (0,0; 0,2)*

Примечание: * - $p<0,05$

Однако в основной группе в начале лечения выявлялась значимая ($p<0,05$) умеренная отрицательная ($r=-0,53$) корреляционная связь между индексом альфа-ритма и тревожностью, а к концу лечения наблюдалась умеренная положительная взаимосвязь между регрессом боли и снижением уровня тревожности ($r=0,41$, $p<0,05$). В связи с этим важно отметить, что у пациентов исходно определялась лёгкая тревожность по опроснику SCL-90-R, а после сочетанного с альфа-тренингом лечения её уровень снизился до очень низкого.

Стабилометрическая оценка пациентов с острой неспецифической болью в спине и влияние альфа-тренинга на постуральную систему. Результаты стабилометрических измерений в группах и нормативы, опубликованные французским постурологическим обществом (дополненные Республиканским научно-практическим центром неврологии и нейрохирургии Республики Беларусь) представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения стабилометрических показателей в группах и в норме

Показатель	Отно- сительно лечения	Группа наблюдения		Норма
		Основная	Сравнения	
Положение ОЦД во фронтальной плоскости (ОГ), мм	до	-0,93 (-3,56; 2,23)	0,25 (-2,81; 3,48)	1,10 (5,40)
	после	-0,23 (-2,55; 2,43)	-0,17 (-4,72; 7,44)	
Положение ОЦД во фронтальной плоскости (ЗГ), мм	до	-0,56 (-3,38; 4,38)	0,03 (-2,5; 5,12)	0,30 (5,40)
	после	0,32 (-6,53; 4,00)	2,9 (-2,84; 7,78)	
Положение ОЦД в сагиттальной плоскости (ОГ), мм	до	-35,19 (-43,8; -23,5)	-29,06 (-35; -17,57)	-29,2 (14,1)
	после	-32,25 (-45,7; -15,71)	-25,26 (-32,91; -11,75)	
Положение ОЦД в сагиттальной плоскости (ЗГ), мм	до	-35,36 (-42,93; -25,38)	-28,74 (-34,02; -16,35)	-27,5 (12,2)
	после	-31,87 (-44,85; -19,7)	-23,42 (-32,68; -12,82)	
Средний разброс смещений ОЦД (ОГ), мм	до	2,5 (2,08; 2,92)	2,21 (1,91; 2,54)	3,52 (1,50)
	после	3,47 (2,5; 3,8)*	2,19 (2,03; 2,52)	
Средний разброс смещений ОЦД (ЗГ), мм	до	3,75 (3,08; 4,73)	4,05 (2,93; 5,6)	4,22 (1,70)
	после	4,74 (3,83; 5,7)*	4,32 (3,72; 5,13)	
Скорость ОЦД (ОГ), мм/с	до	6,19 (5,35; 7,56)	6,75 (5,58; 8,11)	10,60 (3,70)
	после	6,04 (5,19; 7,55)	6,95 (5,64; 8,19)	
Скорость ОЦД (ЗГ), мм/с	до	10,28 (7,81; 13,5)	11,52 (8,14; 16,33)	11,50 (3,40)
	после	10,67 (8,83; 13,07)	11,73 (10,27; 15,17)	
Площадь статокинезиограммы (ОГ), мм ²	до	55,4 (38,5; 67,6)	55,4 (41,9; 76,9)	99,5 (42,2)
	после	98 (47; 112,7)**	52,2 (44,2; 64,2)	
Площадь статокинезиограммы (ЗГ), мм ²	до	119,5 (81,6; 187,8)	137,6 (80,5; 312,3)	258,4 (145,7)
	после	198,4 (113,4; 251,5)**	150,4 (117,1; 218,8)	
Коэффициент Ромберга, %	до	197,0 (145,0; 413,0)	294,5 (160,0; 436,0)	288,0 (152,0)
	после	225,5 (141,0; 306,0)	336,5 (219,0; 465,0)	

Продолжение таблицы 3

Показатель	Отно- сительно лечения	Группа наблюдения		Норма
		Основная	Сравнения	
КФР (ОГ), %	до	92,0 (88,0; 94,0)	90,0 (87,0; 94,0)	81,3 (11,5)
	после	92,0 (87,0; 94,0)	90,0 (86,0; 94,0)	
КФР (ЗГ), %	до	78,0 (66,0; 87,0)	73,0 (58,0; 85,0)	69,6 (17,0)
	после	76,5 (70,0; 83,0)	70,5 (58,0; 75,0)	
Коэффициент LFS (ОГ), 1/мм	до	2,171 (1,580; 3,100)	2,289 (1,603; 2,995)	1,014 (0,174)
	после	1,365 (1,040; 2,500)*	2,244 (1,412; 2,883)	
Коэффициент LFS (ЗГ), 1/мм	до	1,485 (1,211; 2,129)	1,240 (0,939; 1,617)	1,020 (0,191)
	после	1,035 (0,692; 1,340)*	1,320 (1,020; 1,738)	
КРИНД (ОГ), %	до	8,53 (6,93; 10,24)	9,59 (7,23; 12,55)	15,33 (6,50)
	после	9,02 (5,32; 11,00)	8,58 (6,63; 11,35)	
КРИНД (ЗГ), %	до	7,03 (5,82; 10,14)	7,13 (5,42; 8,49)	14,36 (6,70)
	после	6,58 (4,52; 8,63)**	5,07 (4,07; 8,28)**	

Примечание: * - $p \leq 0,001$; ** - $p < 0,05$;

По всем стабилметрическим показателям до лечения не было статистически значимых межгрупповых различий. Средний разброс смещений ОЦД в пробах с ОГ и ЗГ в группах до лечения оказался ниже среднего значения нормы и даже ниже значения, получаемого при вычитании стандартного отклонения из среднего значения нормы. При этом, к моменту завершения лечения данный показатель нормализовался ($p=0,001$) у пациентов основной группы (табл. 3, рис. 4), а в группе сравнения существенно не изменился (табл. 3).

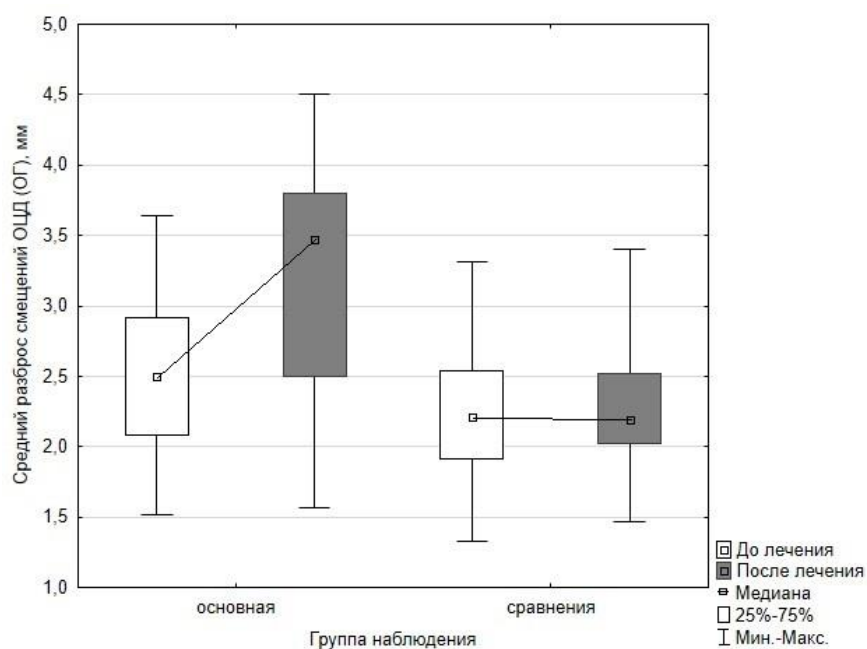


Рисунок 4 - Динамика среднего разброса смещений ОЦД в пробе с ОГ

Стабилометрические изменения площади статокинезиграммы в пробах с ОГ и ЗГ после терапии в основной группе оказались сходными с динамикой средних разбросов смещений ОЦД: исходно малые площади статистически значимо увеличились ($p=0,01$), достигнув нормальных размеров. В свою очередь, площади статокинезиграммы в группе сравнения после лечения не претерпели значимой динамики.

Средние значения коэффициента LFS, отражающего плотность статокинезиграммы, в пробе с ОГ до лечения в обеих группах превышали средние значения нормы в два раза. В тесте с ЗГ показатели также были повышенными (табл. 3).

К концу курса лечения в основной группе данный показатель уменьшился на 0,768 (0,150; 1,300) 1/мм в пробе с ОГ ($p=0,001$), приблизившись к среднему значению нормы, и нормализовался в пробе с ЗГ ($p=0,001$), снизившись на 0,400 (0,151; 0,798) 1/мм (табл. 3). В группе сравнения существенных изменений коэффициента LFS не обнаружено.

Выявлены корреляции коэффициента LFS с оценкой боли по ВАШ и индексом альфа-ритма (табл. 4), заключающиеся в том, что высокая плотность статокинезиграммы в пробе с ОГ связана с интенсивной болью и недостаточной синхронизацией альфа-ритма ЭЭГ, а снижение коэффициента LFS к концу лечения сопровождается уменьшением боли и ростом индекса альфа-ритма.

Таблица 4 – Корреляции коэффициента LFS с оценкой боли по ВАШ и альфа-индексом

	До лечения	После лечения	Изменение в динамике
	Коэффициент LFS (ОГ), 1/мм		
Интенсивность боли по ВАШ, см	0,46		
		0,31	
			0,43
Индекс альфа-ритма, %	-0,48		
		-0,33	
			-0,45

Примечание: все указанные корреляции значимы на уровне $p<0,05$

Малые колебания тела и высокая плотность статокинезиограммы представляют собой стабилметрический паттерн, характерный для стратегии «жёсткого туловища», которая формируется из-за рефлекторного мышечного гипертонуса (особенно – в паравертебральных мышцах) при острой боли в спине и приводит к ограничению подвижности. В то же время, при острой боли и мышечном гипертонусе нарушается передача и обработка проприоцептивных и кинестетических сигналов, что ухудшает сенсомоторную интеграцию. Увеличение

представленности альфа-ритма ассоциировано с уменьшением таламо-кортикальной дизритмии, улучшением сенсомоторной интеграции, состоянием «расслабленного бодрствования». В результате, по мере уменьшения боли и снижения мышечного гипертонуса, колебания тела увеличиваются, становятся более плавными и менее энергозатратными, что отражается в стабилметрических показателях. Кроме того, психорелаксационный эффект альфа-тренинга способствует снижению чрезмерной фиксации на боли и «страхе перед движением», благодаря чему также уменьшался «избыточный» постуральный контроль.

Анализ исходных показателей выявил значимые различия ($p=0,04$) между пациентами в зависимости от локализации ОНБ: у пациентов с болью в пояснице ($n=29$) медианное положение ОЦД в сагиттальной плоскости до лечения составило $-24,87$ ($-35,46$; $-15,68$) мм при ОГ и $-26,25$ ($-33,71$; $-16,75$) мм при ЗГ, а у пациентов с болью в шее ($n=31$) отмечалось более выраженное смещение ОЦД кзади: $-33,35$ ($-43,80$; $-29,00$) мм и $-34,02$ ($-42,93$; $-25,50$) мм соответственно. Данная особенность, отражает специфический постуральный паттерн, при котором боль в шее провоцирует компенсаторное отклонение головы и туловища назад для снижения нагрузки на шейный отдел.

Были также выявлены различия по показателю КРИНД в зависимости от пола в пробе с ЗГ. Исходно женщины ($n=45$) характеризовались более низкими значениями данного показателя по сравнению с мужчинами ($n=15$): $6,93$ ($5,02$; $8,53$) % против $9,34$ ($7,13$; $11,24$) % соответственно ($p=0,02$), что указывает на исходную тенденцию к более «сглаженным», менее резким постуральным колебаниям ОЦД у женщин. После проведенного лечения статистически значимое ($p=0,01$) снижение данного показателя наблюдалось только у женщин обеих групп, тогда как у мужчин достоверной динамики не отмечено: у женщин КРИНД составил $5,12$ ($4,02$; $7,73$) %, у мужчин – $8,00$ ($6,80$; $11,14$) %. Данные изменения свидетельствуют о переходе к ещё более «плавному» постуральному контролю у женщин к концу терапии. Полученные результаты подтверждают необходимость персонализированного подхода, включающего учёт пола и локализацию боли при интерпретации результатов стабилметрического обследования.

Предикторы эффективности альфа-тренинга у пациентов с острой неспецифической болью в спине. С целью выявления предикторов эффективности альфа-тренинга и прогнозирования динамики боли к концу лечения, основываясь на клинических и стабилметрических проявлениях, наблюдающихся до начала терапии, был проведён многофакторный корреляционно-регрессионный анализ. Согласно полученной формуле (1), статистически значимыми для прогнозирования регресса боли при применении альфа-тренинга являются исходные интенсивность боли ($p<0,001$) и показатель КРИНД в пробе с ОГ ($p<0,05$), причём наибольшее влияние на прогноз динамики болевого синдрома оказывала оценка по ВАШ. Оба фактора имели отрицательные регрессионные коэффициенты, что свидетельствует

об обратной зависимости: чем сильнее боль и выше значение КРИНД до лечения, тем более выраженным ожидается регресс боли к концу терапии.

$$y = 2,16 - 0,64x_1 - 0,18x_2,$$

(1)

где y - изменение по ВАШ, см;

x_1 - оценка по ВАШ до лечения, см;

x_2 - КРИНД до лечения, %.

$R=0,73$, $R^2=0,53$, $F=15,09$, $p<0,001$

Построенная модель также указывает на то, что, во-первых, высокий показатель КРИНД можно расценивать как предиктор эффективности, а низкий – как предиктор резистентности проводимой терапии; во-вторых, при применении альфа-тренинга у пациентов с сильной ОНБ следует ожидать уменьшения интенсивности боли до лёгкой.

Новизна и преимущество данного подхода по сравнению с существующими заключается в том, что в рамках терапии ОНБ в спине с применением БОС по ЭЭГ впервые используется стабилметрический показатель в качестве количественного предиктора эффективности терапии.

ВЫВОДЫ

1. Для пациентов с острой неспецифической болью в спине характерны лёгкая тревожность, умеренная представленность альфа-ритма электроэнцефалограммы и постуральная дисфункция.

2. Включение альфа-тренинга в терапию острой неспецифической боли в спине способствует большему её регрессу за счёт снижения уровня тревожности, увеличения представленности альфа-ритма электроэнцефалограммы и оптимизации постурального контроля.

3. Прогностическими факторами эффективности терапии острой неспецифической боли в спине с использованием альфа-тренинга являются средние или высокие значения интенсивности боли и стабилметрического коэффициента резкого изменения направления движения, зарегистрированного в пробе с открытыми глазами.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Применение нейрофидбэка оправдано в рамках комплексной терапии у пациентов с острой неспецифической болью в спине.

2. У пациентов с острой неспецифической болью в спине обосновано использование компьютерной стабилотрии с целью мониторинга эффективности включающей альфа-тренинг комплексной терапии.

3. Возраст пациентов до 50 лет, наличие умеренного или выраженного болевого синдрома, десинхронизация биоэлектрической активности головного мозга в виде сниженного индекса альфа-ритма и средние или высокие значения стабилотрического коэффициента резкого изменения направления движения, зарегистрированного в пробе с открытыми глазами, целесообразно использовать в качестве предикторов эффективности подключения метода альфа-тренинга к терапии острой неспецифической боли в спине.

Список научных работ, опубликованных по теме диссертации

1. Быковский, П. В. Возможности применения методики нейрофидбэк в рамках комплексной терапии острой неспецифической боли в шее и нижней части спины / П. В. Быковский, М. А. Шерман. - Текст: непосредственный // Российский журнал боли. - 2020. - Т. 18, № 2. - С. 14-19. (МБД Scopus; из перечня ВАК)
2. Быковский, П. В. Эффективность нейрофидбэк-терапии острой неспецифической вертеброгенной боли у лиц с повышенным уровнем тревожности / П. В. Быковский, М. А. Шерман. - Текст: непосредственный // Саратовский научно-медицинский журнал. - 2020. - Т. 16, № 1. - С. 333-336. (МБД Scopus; из перечня ВАК)
3. Быковский, П. В. Оценка эффективности альфа-тренинга при острой боли в шее и пояснице методом стабилотрии / П. В. Быковский, М. А. Шерман. - Текст: непосредственный // Практическая медицина. - 2020. - Т. 18, № 5. - С. 156-162. (Из перечня ВАК)
4. Быковский, П. В. Взаимосвязь стабилотрических показателей со степенью выраженности боли у пациентов с дорсопатией позвоночника / П. В. Быковский. - Текст: непосредственный // Актуальные вопросы неврологии и психиатрии: сборник научно-исследовательских работ межрегиональной научно-практической конференции неврологов, нейрохирургов и психиатров, посвященной 30-летию кафедры неврологии и нейрохирургии ФГБОУ ВО Кировский ГМУ Минздрава России / под ред. С. А. Татаренко, Г. Л. Пономарёвой. - Киров: Киров. гос. мед. ун-т, 2019. - С. 25-27.
5. Быковский, П. В. Математическое моделирование динамики острой неспецифической боли в спине при нейрофидбэк-терапии / П. В. Быковский, М. А. Шерман. - Текст: непосредственный // Неврологические чтения в Перми: материалы межрегиональной научно-практической конференции с международным участием, посвященной 90-летию со дня рождения профессора Александра Алексеевича Шутова (29 ноября - 1 декабря 2023 г.) / под ред. проф. Ю. В.

Каракуловой, проф. Н. В. Селяниной. - Пермь: Перм. нац. исслед. политехн. ун-т, 2023. - С. 20-28.

6. Быковский, П. В. Оценка результативности использования альфа-тренинга в коррекции постуральных функций у больных с дорсопатией позвоночника / П. В. Быковский. - Текст: непосредственный // Молодежь и медицинская наука в XXI веке: сборник материалов XIX Всероссийской научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием / под ред. Л. М. Железнова, М. П. Разина, Е. С. Прокопьева. - Киров: Киров. гос. мед. ун-т, 2018. - С. 225-226.

7. Быковский, П. В. Предикторы эффективности терапии с использованием альфа-тренинга у пациентов с острой неспецифической болью в пояснице и шее / П. В. Быковский. - Текст: непосредственный // Молодежь и медицинская наука в XXI веке: материалы XXIV Всероссийской научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием 4-5 апреля 2023 г. / под ред. Л. М. Железнова, М. П. Разина, И. Г. Суетиной. - Киров: Киров. гос. мед. ун-т, 2023. - С. 261-262.

8. Быковский, П. В. Прогнозирование исхода нейрофидбэк-терапии острой неспецифической боли в шее и пояснице с использованием корреляционного анализа / П. В. Быковский. - Текст: непосредственный // Молодежь и медицинская наука в XXI веке: материалы XXIV Всероссийской научной конференции студентов и молодых ученых с международным участием 4-5 апреля 2023 г. / под ред. Л. М. Железнова, М. П. Разина, И. Г. Суетиной. - Киров: Киров. гос. мед. ун-т, 2023. - С. 262-263.

9. Быковский, П. В. Эффективность метода альфа-тренинга в коррекции постуральных функций больных дорсопатией позвоночника / П. В. Быковский, С. А. Татаренко. - Текст: непосредственный // Актуальные вопросы неврологии: сборник научных трудов межрегиональной научно-практической конференции неврологов и нейрохирургов / под ред. С. А. Татаренко, Г. Л. Пономарёвой. - Киров: Киров. гос. мед. ун-т, 2018. - С. 37-39.

10. Быковский, П. В. Эффективность нейрофидбэка и роль самоэффективности в терапии неспецифической вертеброгенной боли / П. В. Быковский. - Текст: непосредственный // Давиденковские чтения: материалы XXVI Всероссийского конгресса с международным участием / под ред. проф. Е. Г. Ключевой, проф. В. В. Голдобина. - Санкт-Петербург: Человек и его здоровье, 2024. - С. 52-53.

Свидетельства о государственной регистрации программ для ЭВМ

Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2024617004
Российская Федерация. Калькулятор прогнозирования интенсивности острой неспецифической боли в спине: № 2024615382: заявл. 16.03.2024: опубл. 27.03.2024 / П. В. Быковский, М. А.

Шерман; правообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кировский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации. - 1 с.

Список сокращений

БОС – биологическая обратная связь

ВАШ – визуальная аналоговая шкала

ЗГ – закрытые глаза

КФР – качество функции равновесия

КРИНД – коэффициент резкого изменения направления движения

ОГ – открытые глаза

ОНБ – острая неспецифическая боль

ОЦД – общий центр давления

ЭЭГ – электроэнцефалограмма (электроэнцефалография)

LFS – Length as a Function of Surface (длина в функции площади, плотность статокинезиограммы)

SCL-90-R – Symptom Checklist-90-Revised (опросник выраженности психопатологической симптоматики)