

На правах рукописи



Мигачев Алексей Сергеевич

**Применение методов нейромышечной стимуляции в комплексе
реабилитации пациентов с аномалиями развития челюстей**

3.1.2. Челюстно-лицевая хирургия

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Москва – 2025

Работа выполнена в федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет)

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, доцент

Шайхалиев Астемир Икрамович

Официальные оппоненты:

Иорданишвили Андрей Константинович – доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное военное образовательное учреждение высшего образования «Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова» Министерства обороны Российской Федерации, кафедра челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии, профессор кафедры

Мураев Александр Александрович – доктор медицинских наук, профессор, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Российский университет дружбы народов имени Патриса Лумумбы», Медицинский институт, кафедра челюстно-лицевой хирургии и хирургической стоматологии, профессор кафедры

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный научно-клинический центр специализированных видов медицинской помощи и медицинских технологий Федерального медико-биологического агентства»

Защита диссертации состоится «20» ноября 2025 г. в 13:00 часов на заседании диссертационного совета ДСУ 208.001.36 при ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) по адресу: 119991, г. Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2

С диссертацией можно ознакомиться в Фундаментальной учебной библиотеке ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) (119034, г. Москва, Зубовский бульвар, д.37/1) и на сайте организации: <https://www.sechenov.ru>

Автореферат разослан «_____» _____ 2025 г.

Ученый секретарь диссертационного совета
кандидат медицинских наук, доцент

Дикопова Наталья Жоржевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Зубочелюстные деформации являются одной из наиболее распространённых патологий челюстно-лицевой области и, по данным литературы, встречаются у 33,1–95,3 % обследованных пациентов (Набиев Ф. Х. и соавт., 2012; Зорич М.Е. и соавт., 2014; Митрошенков П.П. и соавт., 2017). В метаанализе, проведённом Alhammad M.S. и соавт. (2018), было показано, что среди пациентов с постоянным прикусом распространённость окклюзии I класса составила 74,7 %, II класса – 19,56 %, III класса – 5,93 %.

Для лечения умеренных и тяжёлых форм зубочелюстных аномалий «золотым стандартом» признано сочетание ортодонтической подготовки с последующим проведением ортогнатической хирургии (Proffit W.R. et al., 1990; Choi J.-Y. et al., 2009). Показания к хирургической коррекции наблюдаются примерно у 1 % взрослого населения (Proffit W.R. et al., 1990) и, согласно данным ряда авторов, наблюдается устойчивая тенденция к росту числа обращений по поводу проведения ортогнатических вмешательств (Meisgeier A. et al., 2025). Основной целью таких вмешательств является восстановление функций зубочелюстной системы и улучшение эстетических характеристик лица (Proffit W.R., 2007).

Ортогнатическая операция во многих случаях является единственным эффективным методом лечения у взрослых пациентов с выраженными нарушениями размеров челюстей. Несмотря на различия в протоколах операций, базовая хирургическая концепция остаётся неизменной и включает двустороннюю сагиттальную остеотомию нижней челюсти и остеотомию верхней челюсти по типу Le Fort I (моноблоком или с фрагментацией) (Choi J.-Y. et al., 2009).

Изменение положения нижней челюсти напрямую влияет на функциональную активность жевательных мышц. Установлено, что после этапа реабилитации у пациентов, перенёвших ортогнатическую операцию, улучшается электромиографическая активность мышц, что позволяет объективно оценивать эффективность реабилитационных мероприятий (Weissheimer A. et al., 2015). Метод электромиографии (ЭМГ) также применим на дооперационном этапе, так как позволяет выявить пациентов с повышенной активностью жевательных мышц, что даёт возможность своевременно скорректировать как хирургическую тактику, так и план послеоперационной реабилитации (Набиев Ф. Х. и соавт., 2017).

Учитывая значительную травматичность ортогнатических операций, остаётся актуальной задача разработки эффективных методов послеоперационной реабилитации, направленных не

только на улучшение субъективных ощущений пациентов, но и на достижение объективно стабильных функциональных результатов (Navarro-Fernández G. et al., 2023).

Проблеме восстановления функции жевательной мускулатуры после ортогнатических вмешательств в современной литературе уделяется большое внимание. Так, ещё в конце 1980-х годов была предложена миофункциональная терапия, эффективность которой позже была подтверждена методами электромиографического анализа (Сенюк А.Н., 2003).

Современным направлением в реабилитации после ортогнатических операций является чрескожная электронейростимуляция. Принцип её действия основан на стимуляции мышечных сокращений за счёт повышения концентрации ионов Na^+ в нервных волокнах и выхода ионов K^+ и Ca^{2+} . Это приводит к увеличению микроциркуляции, повышению местной температуры и активации Na^+/K^+ -насоса, что способствует восстановлению ионного баланса и достижению миорелаксации (Cacho A. et al., 2022).

Несмотря на описанные физиологические эффекты, в доступной литературе отсутствуют объективные данные, подтверждённые ЭМГ, касающиеся эффективности чрескожной электронейростимуляции у пациентов после ортогнатических операций. Имеющиеся публикации носят единичный и эмпирический характер, а алгоритм применения не систематизирован.

Степень разработанности темы исследования

Проблема диагностики и лечения зубочелюстных деформаций и функциональной реабилитации после ортогнатических операций широко освещена в отечественной и зарубежной литературе. Ряд авторов (Царик В.С. и соавт., 2008; Чепчик Е. А., 2008; Польша Л. В., 2009; Набиев Ф. Х. и соавт., 2012; Митрошенков П. П. и соавт., 2017; Alhammad M. S. et al., 2018; Choi J.-Y. et al., 2009; Proffit W. R. et al., 1990; Рогинский В. В., 2004) показали высокую распространённость зубочелюстных аномалий и обосновали необходимость хирургической коррекции у части пациентов. Предложены разные варианты и модификации проведения ортогнатических операций, начиная от вариантов доступа и линий остеотомии до способов фиксации фрагментов, включая остеосинтез (Obwegeser H., 1957; Obwegeser H. L., 1986; Reyneke J. P., 2010), сформулированы основные хирургические подходы, применяемые в современной практике (Birbe J., 2025; Иванов С. Ю. и др., 2015).

В последние десятилетия особое внимание уделялось более точному предоперационному планированию (Arnett G.W. et al., 2010; Bhatt M.A. et al., 2025) и более качественной послеоперационной реабилитации для повышения качества жизни пациента (Göelzer J. et al., 2014).

Важным направлением последних лет стало использование чрескожной электронейростимуляции, эффективность применения которой у пациентов после ортогнатических операций активно изучается (Pourdanesh F. et al., 2024; Alam M. et al., 2024). Однако большинство работ носят экспериментальный характер и не всегда подтверждены объективными методами оценки мышечной функции.

Несмотря на накопленный опыт, остаются недостаточно изученными вопросы стандартизации алгоритмов применения электронейростимуляции и объективной оценки её влияния на восстановление биоэлектрической активности жевательной мускулатуры. Эти аспекты легли в основу настоящего исследования.

Цель и задачи исследования

Цель исследования – обоснование применения динамической электронейростимуляции для повышения эффективности реабилитации пациентов с аномалиями развития челюстей.

Задачи исследования:

1. Исследовать биоэлектрический потенциал жевательной и височной мышцы у здоровых добровольцев (группа сравнения) на основе данных ЭМГ.
2. Изучить биоэлектрическую активность жевательной группы мышц у пациентов с зубочелюстными аномалиями (II-й и III-й классы по классификации Энгля, скелетный тип) после ортодонтической подготовки, и провести сравнительный анализ со среднестатистической нормой.
3. Оценить биоэлектрический потенциал жевательной группы мышц у пациентов основной и контрольной группы до операции и в послеоперационном периоде (1 мес, 3 мес, 6 мес) и провести сравнение с нормой.
4. Изучить влияние ДЭНС-терапии на динамику электрофизиологических показателей жевательной группы мышц по данным ЭМГ.
5. Разработать и внедрить в клиническую практику алгоритм ДЭНС-терапии и методику оценки её эффективности в составе комплексной реабилитации пациентов после ортогнатических операций.

Научная новизна

1. Впервые выполнено комплексное исследование функционального состояния жевательных и височных мышц у пациентов с зубочелюстными деформациями II и III скелетных классов на различных этапах ортогнатического лечения с использованием поверхностной электромиографии, что позволило выявить характерные паттерны перестройки

биоэлектрической активности мышц на фоне хирургической коррекции и сопоставить их с нормой по данным контрольной группы здоровых добровольцев.

2. Установлены особенности раннего послеоперационного периода, заключающиеся в выраженных транзиторных изменениях амплитудно-частотных характеристик ЭМГ жевательной группы мышц, отражающих дискоординацию биоэлектрических импульсов и последующую их адаптацию к новым межокклюзионным взаимоотношениям, формируемым в результате ортогнатической операции.

3. Впервые апробирован протокол динамической электростимуляции (ДЭНС) у пациентов с использованием аппарата ДЭНАС-ПКМ, что позволило оценить его влияние на интенсивность болевого синдрома, электромиографические показатели и субъективные характеристики качества жизни на разных этапах реабилитационного процесса у пациентов, проходящих ортогнатическое лечение.

4. Обоснована целесообразность применения комплексного подхода к восстановлению функциональной активности жевательной мускулатуры, предполагающего включение как предоперационного 14-дневного курса ДЭНС, так и курсов стимуляции в раннем послеоперационном периоде, что продемонстрировало положительное влияние на показатели подвижности нижней челюсти, динамику болевого синдрома и электромиографических характеристик в течение первых шести месяцев наблюдения.

Теоретическая и практическая значимость работы

Проведённые клинические и функциональные исследования пациентов с аномалиями развития челюстей позволили выявить и прогнозировать изменения в работе жевательной группы мышц при ортогнатических операциях. В исследовании также проведена оценка эффективности разработанного алгоритма ДЭНС-терапии для послеоперационной реабилитации таких пациентов с использованием как субъективных шкал (ОНП-14, ВАШ), так и объективных методов (величина экскурсии нижней челюсти, показатели поверхностной ЭМГ).

Методология и методы исследования

В диссертационном исследовании использован комплекс клинических, инструментальных, электрофизиологических и статистических методов, направленных на оценку эффективности применения динамической электростимуляции (ДЭНС) в составе комплексной реабилитации пациентов с аномалиями развития челюстей. В исследование были включены 85 пациентов с зубочелюстными аномалиями II и III скелетных классов, которым

проводилось комплексное ортодонтно-хирургическое лечение и последующая функциональная реабилитация. В качестве группы сравнения привлекались 30 здоровых добровольцев без патологии прикуса, что позволило сопоставить показатели биоэлектрической активности жевательной мускулатуры в норме и при патологии.

Оценка состояния пациентов проводилась в разные сроки после ортогнатических операций. Исследовались показатели биоэлектрической активности жевательной группы мышц методом поверхностной электромиографии, параметры экскурсии нижней челюсти, выраженность болевого синдрома по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) и качество жизни по опроснику ОНП-14-RU. Эффективность применения ДЭНС оценивалась по совокупности клинических, электромиографических и функциональных показателей в динамике. Полученные данные были систематизированы и подвергнуты статистической обработке с использованием программ Microsoft Office Excel и SPSS Statistics, уровень значимости принят равным $p < 0,05$.

Проведенное исследование одобрено Локальным этическим Комитетом ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) – выписка из протокола №09-23 очередного заседания ЛЭК от 18.05.2023.

Положения, выносимые на защиту

1. Для пациентов с зубочелюстными аномалиями характерно изменение амплитудно-частотных характеристик биоэлектрической активности жевательной и височной мышц, проявляющееся дисбалансом их функциональной активности, наиболее выраженным в ранние сроки после ортогнатической хирургии и постепенно нормализующимся в процессе реабилитации.

2. Анализ биоэлектрической активности жевательной и височной мышц с использованием поверхностной электромиографии является объективным инструментом для оценки динамики восстановления нейромышечного баланса и может применяться для мониторинга эффективности комплексной реабилитации после ортогнатической операции.

3. У пациентов с сочетанными деформациями челюстей снижение биоэлектрической активности жевательных мышц в раннем послеоперационном периоде и последующее частичное восстановление амплитудно-частотных характеристик отражают компенсаторно-приспособительные механизмы и функциональную адаптацию жевательной мускулатуры к новым межжюкклюзионным условиям.

4. Применение динамической электростимуляции (ДЭНС) в предоперационном и послеоперационном периодах способствует более быстрому восстановлению функционального

состояния жевательной мускулатуры, что подтверждается объективными и субъективными критериями.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Научные положения диссертации соответствует паспорту научной специальности 3.1.2. Челюстно-лицевая хирургия, пункту 1 направлений исследований «Изучение этиологии, патогенеза, эпидемиологии, методов диагностики, лечения и реабилитации пациентов с врожденными и приобретенными аномалиями, дефектами краниофациальной области».

Степень достоверности и апробация результатов

Достоверность проведенного исследования подтверждают данные функциональных и клинических исследований на современном оборудовании с использованием не только соответствующего программного обеспечения, но и современных методов статистической обработки данных.

Основные положения работы доложены и обсуждены на следующих конференциях:

- III Всероссийский съезд общества специалистов в области челюстно-лицевой хирургии с международным участием, г. Санкт-Петербург, 24-25 мая 2024года.

Апробация диссертационной работы проведена на заседании кафедры челюстно-лицевой хирургии имени академика Н.Н. Бажанова Института стоматологии имени Е.В. Боровского ФГАОУ ВО Первый МГМУ имени И.М Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет) (г. Москва, 12.09.2025 г., протокол № 12).

Внедрение результатов работы

Результаты диссертационного исследования и основные рекомендации внедрены в практическую деятельность и используются в учебном процессе на кафедре челюстно-лицевой хирургии имени академика Н.Н. Бажанова Института стоматологии им. Е.В. Боровского.

Личный вклад автора

Автор лично участвовал в планировании, постановке цели и задач исследования, подбирал и анализировал литературу, принимал непосредственное участие в обследовании, хирургическом, консервативном лечении и реабилитации 83 пациентов с аномалиями развития челюстно-лицевой области. Автор разработал схему и провел клинические и функциональные

исследования, которые позволили разработать рекомендации по реабилитации пациентов, проходящих комплексное ортодонтно-хирургическое лечение. Автором самостоятельно проведена статистическая обработка полученных результатов исследования с использованием компьютерных программ. Автором сделаны выводы и разработаны практические рекомендации, которые позволили внедрить методику в клиническую и образовательную деятельность.

Публикации по теме диссертации

По результатам исследования автором опубликовано 5 работ, в том числе 3 научные статьи в журналах, индексируемых Scopus, 2 публикации в сборниках материалов всероссийских научных конференций.

Структура и объем диссертации

Диссертационное исследование изложено на 158 страницах машинописного текста, состоит из введения, 4 глав, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и приложения. Работа иллюстрирована 15 таблицами, 24 рисунками. Список литературы содержит 179 источников, из них 40 отечественных и 139 зарубежных авторов.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Материалы и методы

Для определения среднестатистической нормы в исследования было включено 30 добровольцев в возрасте 22-25 лет без зубочелюстных аномалий, которые составили группу сравнения (группа I).

Под наблюдением находилось 85 пациентов со скелетными аномалиями зубочелюстной системы (Таблица 1). Из них пациентов со II скелетным классом по классификации Энгля: 38 пациентов (группа II), с III -м скелетным классом: 47 пациентов (группа III).

Пациенты с I скелетным классом по классификации Энгля, с выраженными асимметриями тела и ветви нижней челюсти (более 5 мм), с органической патологией ВНЧС, страдающие хроническими заболеваниями, - в исследование не включались.

Таблица 1 – Распределение пациентов со скелетными аномалиями зубочелюстной системы по полу и возрасту

Пол	Возраст, лет			Всего	
	18-22	23-30	свыше 30	абс.	%
Мужчины	16	11	2	29	34
Женщины	26	23	7	56	66
Всего	42	34	9	85	100

Пациенты II и III классов рандомизированно были разделены на 3 подгруппы:

- контрольная (А) – пациенты, после ортогнатических операций без электроимпульсной терапии, проходящие стандартную послеоперационную реабилитацию,

- исследуемая (В) – пациенты, проходящие электроимпульсную терапию после ортогнатической операции,

- исследуемая (С) – пациенты, проходящие электроимпульсную терапию как до, так и после ортогнатической операции.

Ввиду отказа от продолжения участия в исследовании и/или нарушения методики проведения динамической электростимуляции в общей сложности 2 пациента из группы ПВ (1 женщина, 1 мужчина) были исключены из участия в исследовании (Таблица 2).

Таблица 2 – Общее итоговое распределение пациентов по подгруппам (с учетом исключенных из дальнейшего участия)

Группа	Подгруппа	Количество
I (группа сравнения)	-	30
II (пациенты со II скелетным классом по классификации Энгля)	IIА(контроль)	13
	IIВ (исследуемая)	11
	IIС (исследуемая)	12
III (пациенты со III скелетным классом по классификации Энгля)	IIIА (контроль)	16
	IIIВ (исследуемая)	16
	IIIС (исследуемая)	15

Этапы лечения. Лечение пациентов включало следующие основные этапы:

1. Ортодонтическая подготовка.
2. Ортогнатическая операция.
3. Финальное ортодонтическое лечение.

После совместной консультации челюстно-лицевого хирурга и ортодонта на основании данных клинического обследования, фотографий пациента, КТ челюстно-лицевой области, ТРГ, данных цефалометрического анализа и гипсовых/пластиковых моделей челюстей, МРТ ВНЧС

по показаниям проводилась постановка диагноза и составлялся соответствующий план лечения.

На этапе ортодонтической подготовки при помощи брекет-системы проводилось выравнивание зубных дуг, выравнивание осевых и угловых параметров зубов верхней и нижней челюсти. Формировались промежутки между зубами 1.2-1.3 и 2.2-2.3. Далее фиксировалась полноразмерная стальная дуга и крючки в межзубных промежутках, за исключением 1.2-1.3 и 2.2-2.3.

На втором этапе проводилась ортогнатическая операция в соответствии с протоколом (патент РФ № 2558999 от 25.05.2015г) (Рисунок 1).

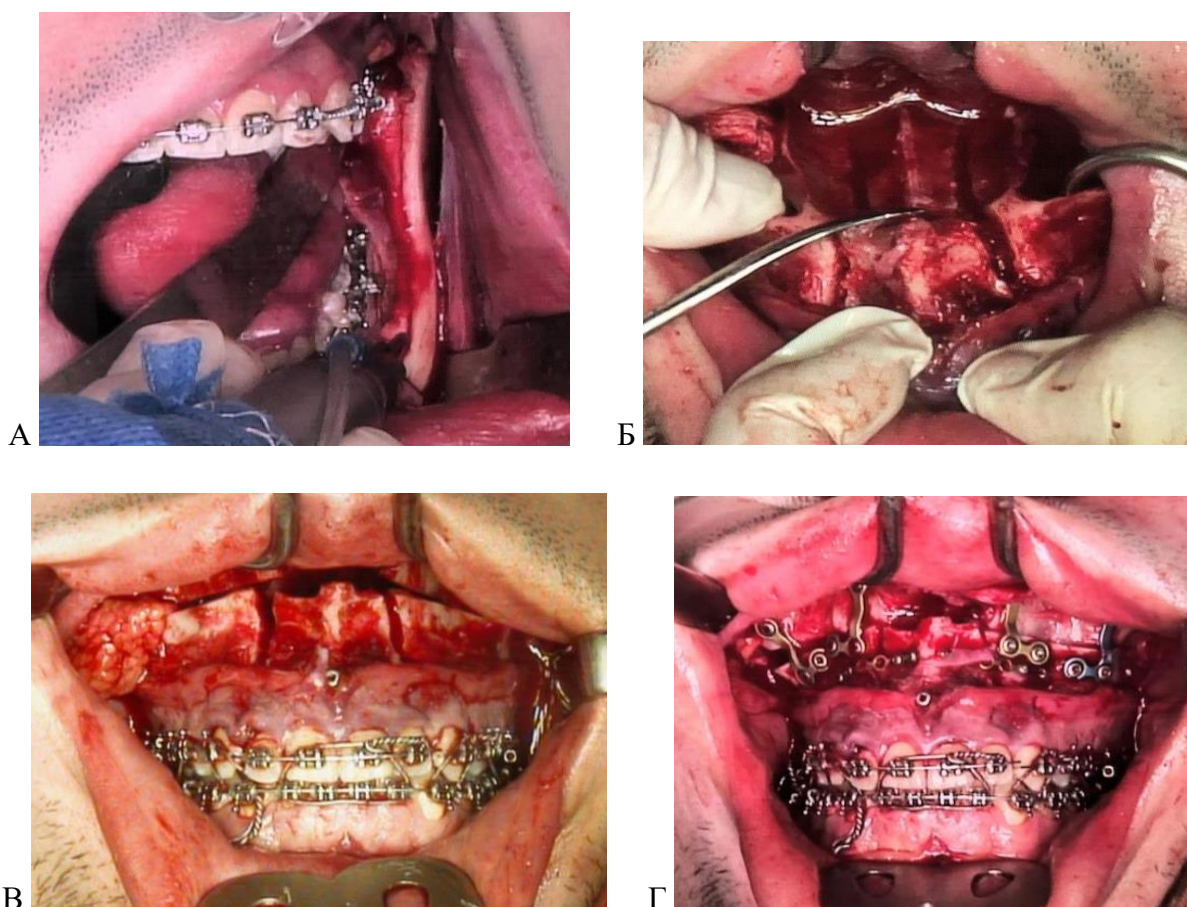


Рисунок 1 – Этапы хирургического вмешательства: А – Остеотомия нижней челюсти по Эпкеру; Б – Остеотомия верхней челюсти; В – Позиционирование двучелюстного комплекса; Г – Остеосинтез

Как отражено на Рисунке 2, прикрепление собственно жевательных, височных, медиальной крыловидной и большей части медиальной крыловидной мышц при данной модификации остеотомии остается на проксимальных (малых) фрагментах. При этом происходит частичная отслойка прикрепления собственно жевательной и медиальной крыловидной мышцу, в гораздо меньшей степени – височной мышцы.

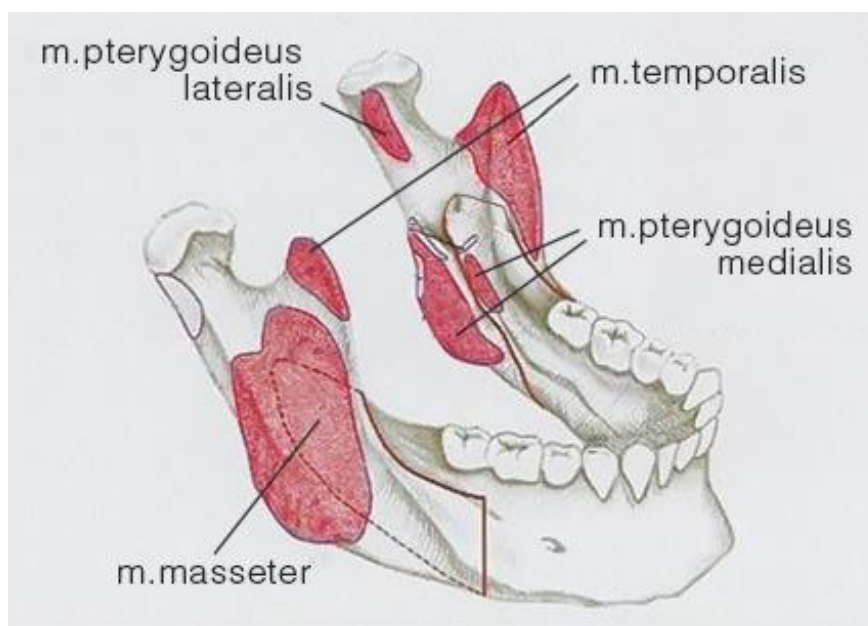


Рисунок 2 – Прикрепление жевательной группы мышц и линия проводимой остеотомии в модификации Эпкера

На 2-3-е сутки в послеоперационном периоде проводилась межчелюстная фиксация средней продолжительностью 4 недели. После выписки из стационара (7-15-е сутки) пациент приглашался на смену эластических тяг 1 раз в неделю.

Далее пациент проходил **финальное ортодонтическое лечение** с целью выравнивания окклюзионных параметров. При этом пациент приглашался на осмотр к челюстно-лицевому хирургу на сроках 1 месяц, 3 месяца, 6 месяцев, 12 месяцев после операции.

Оценка биоэлектрической активности собственно жевательной и височной мышц проводилась при помощи поверхностной электромиографии.

Оценка болевого синдрома проводилась по визуальной аналоговой шкале (ВАШ) боли.

Оценка качества жизни пациентов проводилась с помощью опросника OHIP-14 RU.

При оценке подвижности нижней челюсти исследовались параметры: максимальное открывание рта, протрузия, латеротрузия вправо и влево.

В качестве прибора для **электронейростимуляции** использовался прибор электростимулятор чрескожный универсальный ДЭНАС-ПКМ по ТУ 9444-009-44148620-2009 (Регистрационное удостоверение на медицинское изделие Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения (Росздравнадзор) № ФСР 2009/06316 от 10.11.2016 г) в режимах, рекомендованных инструкцией по эксплуатации.

Пациентам групп В и С в первые сутки после операции ввиду нахождения пациента в отделении реанимации и интенсивной терапии, электронейростимуляция не проводилась. На 2,3-и сутки использовалась программа с частотой 125/140 Гц. С 3-х суток после операции использовался режим 77/10 Гц. Первые сеансы электронейростимуляции проводилась под

контролем врача, зоны приложения стимулирующего электрода: проекция m. Masseter, m. Temporalis, воротниковая зона шеи. Общая продолжительность сеанса: 20 минут, дважды в день: перед завтраком и после ужина. После выписки из отделения проведение электростимуляции проводилось пациентом самостоятельно. Пациентам рекомендовалось проводить стимуляцию дважды в день в течение 3 месяцев, с 3-го по 4-й месяц 1 р/день перед сном, с 4-го по 6-й месяц: 1 раз в 2 дня (Рисунок 3).

Пациентам из подгруппы С электроннойростимуляция также проводилась курсом, начиная за 2 недели до хирургического вмешательства. В дооперационном периоде электроннойростимуляция проводилась в режиме: 77/10 Гц по 20 минут каждый день перед сном в течение 14 дней.

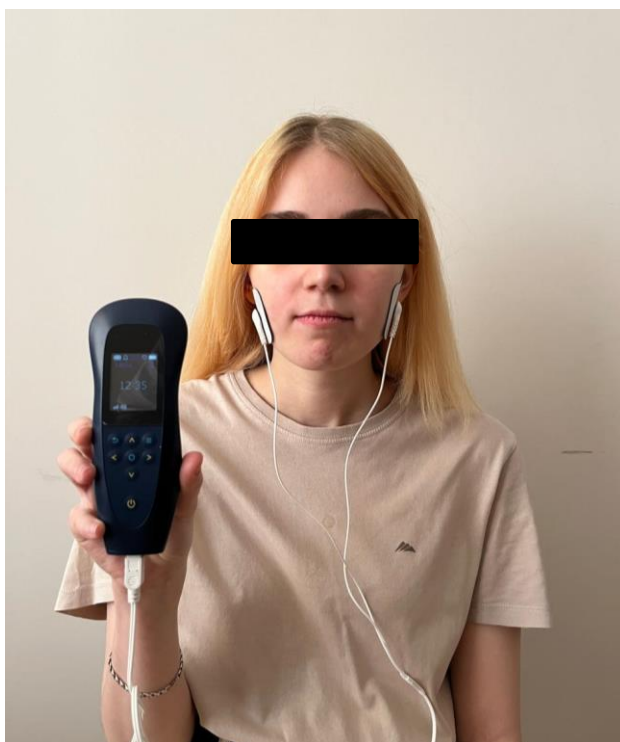


Рисунок 3 – Пациентка из группы ШВ с наложенными электродами в проекции жевательных мышц проходит ДЭНС-терапию, 3 месяца после операции

Статистическая обработка данных проводилась с помощью компьютерной программы IBM SPSS Statistics 22.0.0 в среде MS Windows. Для расчета средних величин и их стандартных отклонений использовались стандартные статистические методы. Оценка данных на нормальное распределение проводилась по методу Колмогорова-Смирнова для групп с выборкой более 20 пациентов и с помощью теста Шапиро-Уилка в группах менее 20 пациентов. Сравнение подгрупп проводилось с использованием теста Стьюдента для связанных и несвязанных выборок соответственно, теста ANOVA, теста Манна-Уитни.

Основные научные положения, вынесенные на защиту, не противоречат основному содержанию диссертационной работы, выводам и практическим рекомендациям. Обоснованность научных положений обеспечивается всесторонним глубоким анализом отечественной и иностранной литературы, использованием современных сертифицированных методов диагностики и лечения. Достоверность работы достигается правильно выстроенным дизайном исследования и достаточным объемом собранного материала.

Результаты

Уровень **болевых ощущений** статистически значимо ($p < 0,05$) был ниже в подгруппах ПС и ПС (ДЭНС до операции) на первый сутки после вмешательства, затем достоверных различий между исследуемыми группами не обнаружено, при этом значения уровня болевых ощущений в исследуемых подгруппах (с ДЭНС) оставались статистически значимо ниже, чем в контрольной группе ПА и ПА на сроке до месяца после операции включительно (Рисунок 4).

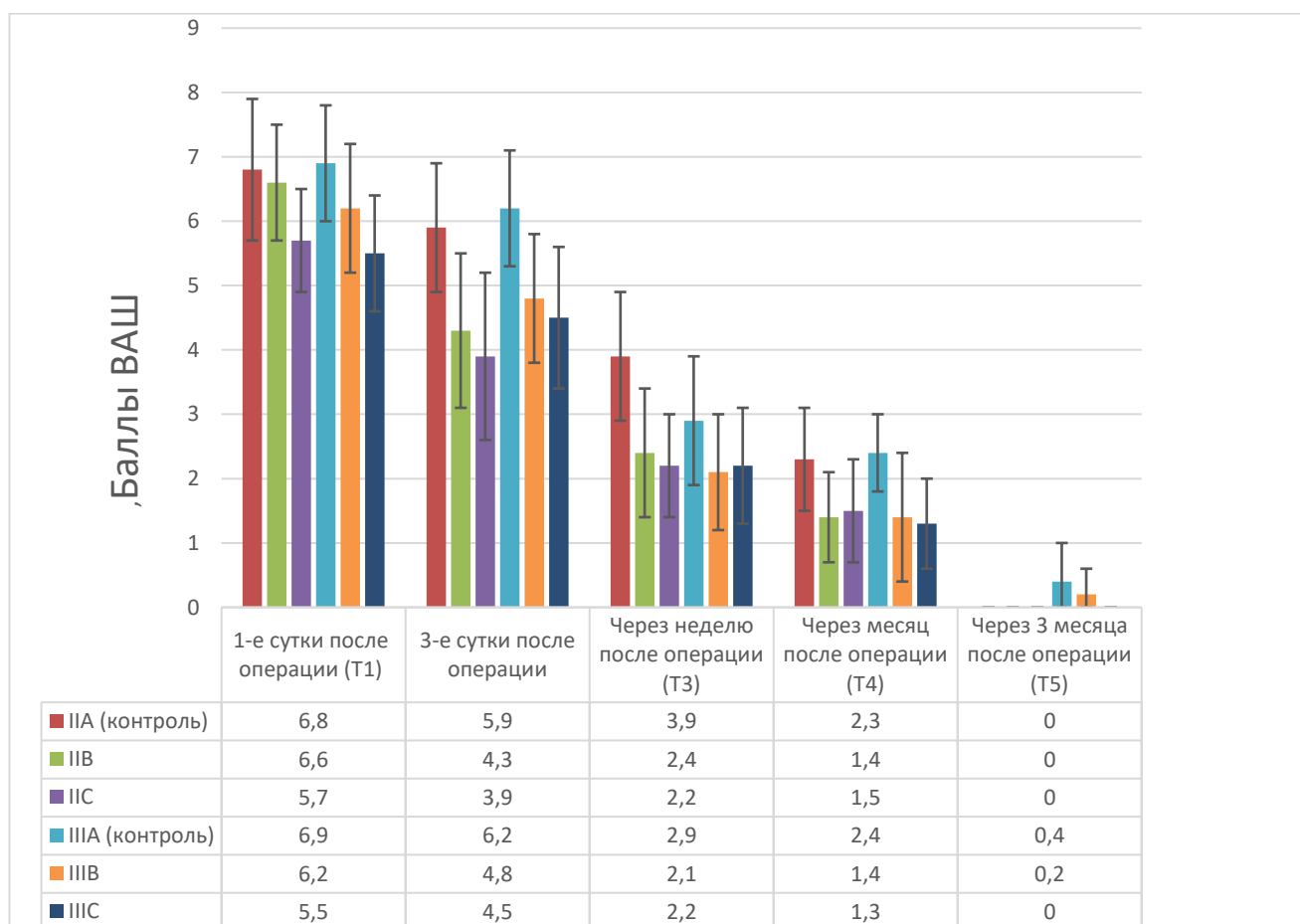


Рисунок 4 – Уровень субъективного восприятия боли по ВАШ

Качество жизни у пациентов из групп ПС и ПШС до операции было статистически значимо выше, чем в контрольных группах ПА и ПАА соответственно ($p < 0,05$).

На Рисунке 5 представлены средние значения \pm стандартное отклонение показателей индекса ОНП-14 в динамике у пациентов со II и III скелетными классами, разделённых на исследуемые (подгруппы ПВ, ПС, ПШВ и ПШС) и контрольные подгруппы (ПА и ПАА). Изменения индекса отражают субъективную оценку качества жизни пациентов в различные сроки после ортогнатической хирургии. Качество жизни пациентов с применением ДЭНС после операции оставалось выше, чем в группе контроля до 6 месяцев после операции,

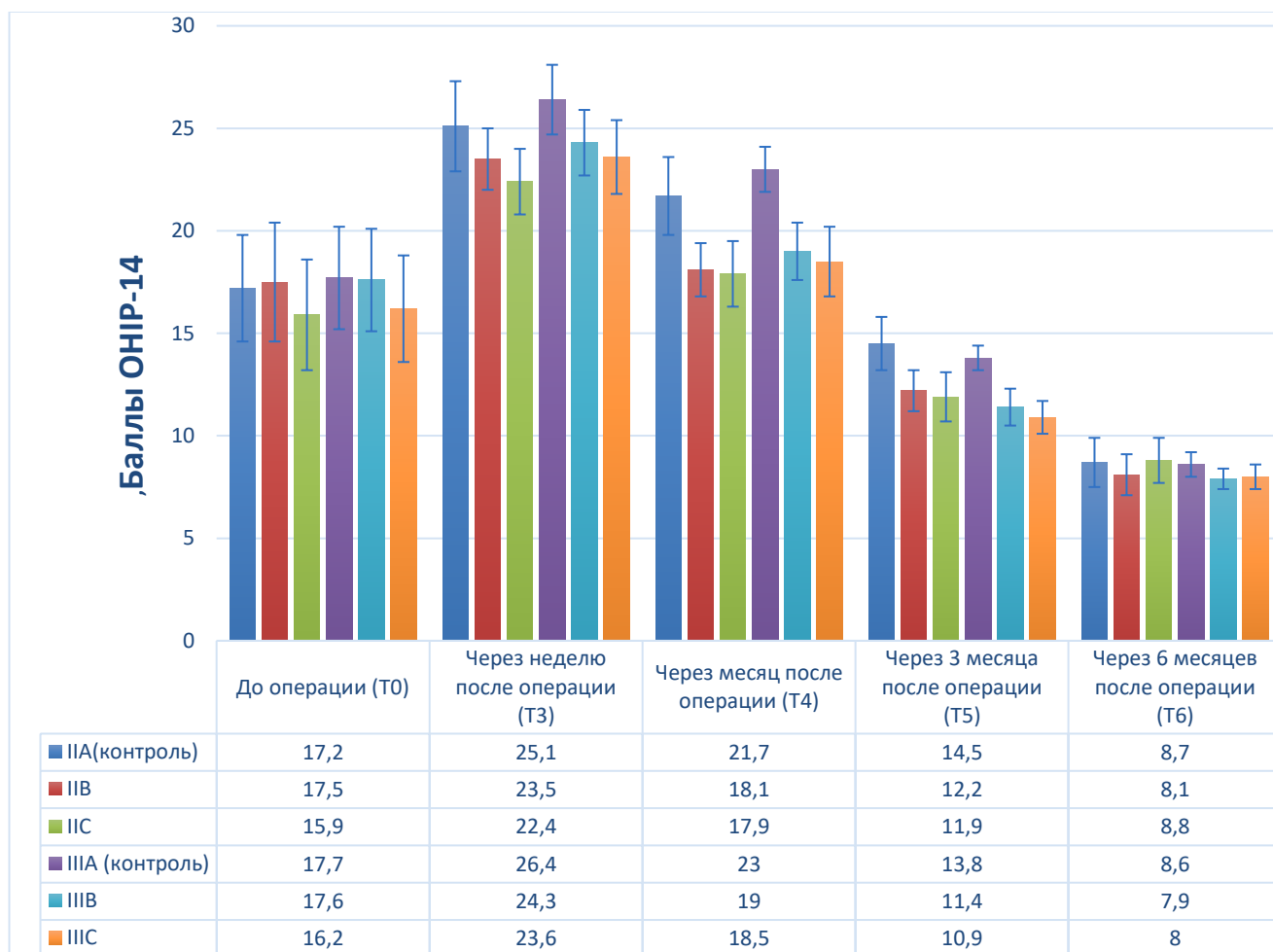


Рисунок 5 – Качество жизни пациентов в соответствии с опросником ОНП-14

Оценка **параметров экскурсии нижней челюсти** продемонстрировала статистически значимое увеличение амплитуды движения нижней челюсти на сроке до 3 месяцев после операции при применении ДЭНС ($p < 0,05$) (Рисунок 6).

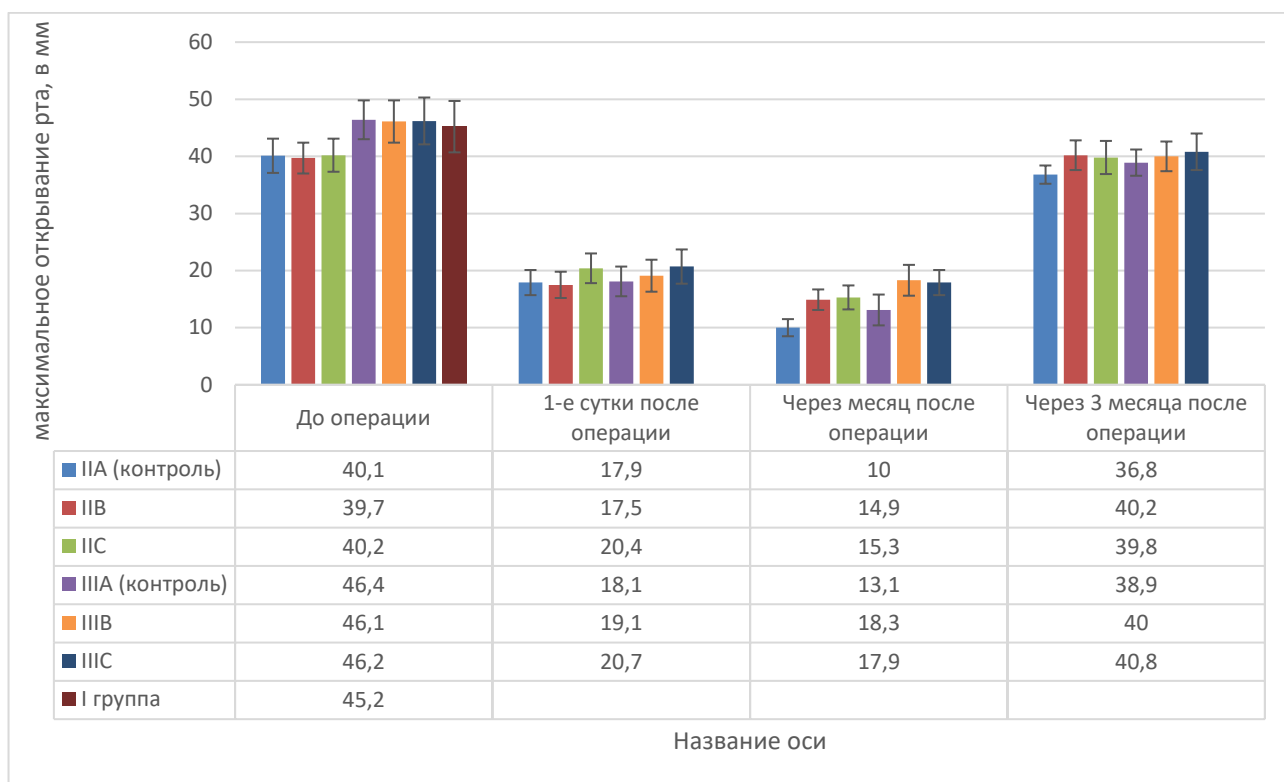


Рисунок 6 – Показатели максимального открывания рта

Оценка **биоэлектрической активности (БЭА)** височной и жевательной мышц проводилась отдельно для II (Таблица 3) и III (Таблица 4) скелетного класса. Были отмечены схожие тенденции: до операции уровень БЭА жевательных и височных мышц в состоянии покоя был выше, чем соответствующие значения здоровых добровольцев ($p < 0,05$), при это БЭА при максимальном сжатии челюстей была значимо ниже.

Применение ДЭНС до операции позволило статистически значимо уменьшить тонус мышц в состоянии покоя, при этом значения при максимальном сжатии остались неизменными.

Через 3 месяца после операции зафиксировано уменьшение значений БЭА собственно жевательной мышцы при максимальном сжатии челюстей по сравнению со значениями до операции с постепенным увеличением показателей к 6-му месяцу после операции. Причем значения через 6 месяцев в подгруппах В (ДЭНС после операции) и С (ДЭНС и до и после операции) превышали дооперационные значения, но не достигали показателей здоровых волонтеров. Наряду с ростом БЭА при максимальном сжатии челюстей отмечался другой тренд – уменьшение БЭА собственно жевательной мышцы в состоянии покоя. Через 6 месяцев после операции БЭА *m. masseter* при расслаблении во всех подгруппах не отличалась от значений группы сравнения (здоровые добровольцы).

БЭА *m. temporalis* при максимальном произвольном сжатии во всех подгруппах была ниже показателей группы сравнения. Через 3 и 6 месяцев отмечено нарастание БЭА височной мышцы

при максимальном произвольном сжатии, причем через 5 месяцев значения не отличались между подгруппами внутри классов и от показателей группы сравнения.

При расслаблении напротив отмечено снижение тонуса, причем как и для жевательной мышцы, в подгруппах С (ДЭНС до и после операции), показатели БЭА были статистически достоверно ниже на сроке до операции. На 3 месяц после операции различия между исследуемыми подгруппами отсутствовали, но были статистически значимо ниже показателей контрольной группы. Через 6 месяцев значения во всех подгруппах статистически значимо не отличались между собой и в сравнении со здоровыми добровольцами ($p > 0,05$).

Таблица 3 – Показатели ЭМГ-активности у пациентов со II скелетным классом (среднее значение максимальной амплитуды жевательной и височной мышц (в мкВ) \pm стандартное отклонение)

	Проба	Группа	До операции	Через 3 месяца после операции	Через 6 месяцев после операции
m. masseter (в мкВ)	Максимальное волевое сжатие челюстей	ПА- контрольная (13 пациентов)	531 \pm 51	311 \pm 24	479 \pm 91
		ПВ -ДЭНС после операции (11 пациентов)	527 \pm 52	359 \pm 28*	604 \pm 102*
		ПС – ДЭНС до и после операции (12 пациентов)	540 \pm 56	366 \pm 32*	610 \pm 108*
		I – здоровые добровольцы (30 человек)	950 \pm 103	Операция не проводилась	
m. masseter (в мкВ)	расслабление	ПА- контрольная (13 пациентов)	44 \pm 6,2	44 \pm 5,4	37 \pm 7,6#
		ПВ -ДЭНС после операции (11 пациентов)	45 \pm 5,9	39 \pm 4,9*	35 \pm 8,2#
		ПС – ДЭНС до и после операции (12 пациентов)	38 \pm 8,4*,**	37 \pm 5,2*	34 \pm 9,6#
		I – здоровые добровольцы (30 человек)	33 \pm 10	Операция не проводилась	
m. temporalis (в мкВ)	Максимальное волевое сжатие челюстей	ПА- контрольная (13 пациентов)	713 \pm 116	780 \pm 111	1076 \pm 155#
		ПВ -ДЭНС после операции (11 пациентов)	722 \pm 110	840 \pm 95	1091 \pm 201#

Продолжение Таблицы 3

m. temporalis (в мкВ)	Максимальное волевое сжатие челюстей	ПС – ДЭНС до и после операции (12 пациентов)	730±118	837±96	1066±164#
		I – здоровые добровольцы (30 человек)	1052±133	Операция не проводилась	
	расслабление	ПА- контрольная (13 пациентов)	45±5,1	44±5,7	39±6,5#
		ПВ -ДЭНС после операции (11 пациентов)	44,8±5,2	39±5,1*	37±6,8#
		ПС – ДЭНС до и после операции (12 пациентов)	38,4±7,2*,**	38,0±6,9*	36,8±7,4#
		I – здоровые добровольцы (30 человек)	36±9,0	Операция не проводилась	
<p>Примечание: * – статистически значимое отличие между исследуемой и контрольной подгруппами в пределах одного временного периода ($p < 0,05$).</p> <p>** – статистически значимое отличие между исследуемыми подгруппами (ПА и ПВ; ПИА и ПИВ) в пределах одного временного периода ($p < 0,05$).</p> <p># – различия между исследуемой подгруппой или контрольной подгруппой и группой здоровых добровольцев (группа I) не достигли уровня статистической значимости ($p > 0,05$).</p>					

Таблица 4 – Показатели ЭМГ-активности у пациентов с III скелетным классом (среднее значение максимальной амплитуды жевательной и височной мышц (в мкВ) ± стандартное отклонение)

	Проба	Группа	До операции	Через 3 месяца после операции	Через 6 месяцев после операции
m. masseter (в мкВ)	Максимальное волевое сжатие челюстей	ПИА- контрольная (16 пациентов)	583±55	369±21	501±56
		ПИВ -ДЭНС после операции (16 пациентов)	576±57	425±33*	624±72*
		ПИС – ДЭНС до и после операции (16 пациентов)	603±77	430±40*	627±84*
		I – здоровые добровольцы (30 человек)	950±103	Операция не проводилась	

Продолжение Таблицы 4

m. masseter (в мкВ)	расслабление	ША- контрольная (16 пациентов)	45±5,1	44±4,7	35±5,4#
		ШВ -ДЭНС после операции (16 пациентов)	44±5,6	40±5,3*	34±4,7#
		ШС – ДЭНС до и после операции (15 пациентов)	38±4,6*,**	36±4,4*	33±6,2#
		I – здоровые добровольцы (30 человек)	33±10	Операция не проводилась	
m. temporalis (в мкВ)	Максимальное волевое сжатие челюстей	ША- контрольная (16 пациентов)	630±102	847±92	1153±216#
		ШВ -ДЭНС после операции (16 пациентов)	644±106	879±95	1148±221#
		ШС – ДЭНС до и после операции (15 пациентов)	650±112	860±120	1090±196#
		I – здоровые добровольцы (30 человек)	1052±133	Операция не проводилась	
	расслабление	ША- контрольная (16 пациентов)	45±5,2	44±4,9	36±5,9#
		ШВ -ДЭНС после операции (16 пациентов)	46±6,4	39±4,1*	35±4,7#
		ШС – ДЭНС до и после операции (15 пациентов)	37±6,1*,**,#	37±5,9*	36±6,3#
		I – здоровые добровольцы (30 человек)	36±9,0	Операция не проводилась	

Примечание: * – статистически значимое отличие между исследуемой и контрольной подгруппами в пределах одного временного периода ($p < 0,05$).

** – статистически значимое отличие между исследуемыми подгруппами (ША и ШВ; ША и ШВ) в пределах одного временного периода ($p < 0,05$).

– различия между исследуемой подгруппой или контрольной подгруппой и группой здоровых добровольцев (группа I) не достигли уровня статистической значимости ($p > 0,05$).

Таким образом, показатели динамики изменения биоэлектрической активности при применении ДЭНС отражали общую тенденцию изменения биоэлектрической активности мышцы после операции – уменьшение активности в спокойном состоянии, релаксация мышцы, и в то же время увеличение амплитуды биоэлектрической активности при максимальном сжатии.

ВЫВОДЫ

1. Исследован биоэлектрический потенциал жевательной и височной мышцы у здоровых добровольцев (группа сравнения) на основе показателей ЭМГ.

2. Изучена биоэлектрическая активность жевательной группы мышц у пациентов с зубочелюстными аномалиями (II-й и III-й классы по классификации Энгля, скелетный тип) после ортодонтической подготовки, и проведено сравнительный анализ со среднестатистической нормой.

У пациентов с II и III скелетными классами до ортогнатического вмешательства наблюдаются выраженные нарушения биоэлектрической активности жевательной мускулатуры: сниженные значения ЭМГ при максимальном произвольном сжатии (в среднем на 300–400 мкВ ниже, чем у здоровых добровольцев) и повышенные значения в состоянии покоя, что отражает дисбаланс между активностью *m. masseter* и *m. temporalis* и наличие компенсаторного гипертонуса.

3. Проведена оценка биоэлектрического потенциала жевательной группы мышц у пациентов основной и контрольной группы до операции и в послеоперационном периоде (1 мес, 3 мес, 6 мес) и проведено сравнение с нормой.

В послеоперационном периоде (3 месяца после операции) зафиксировано достоверное снижение амплитуды ЭМГ-сигнала *m. masseter*, особенно выраженное в контрольных подгруппах, на фоне травматизации, иммобилизации и гипофункции. Выявленное увеличение ЭМГ-активности *m. temporalis*, вероятно, происходит за счёт её компенсаторной роли в стабилизации нижней челюсти.

К 6 месяцам после операции у большинства пациентов происходит восстановление биоэлектрической активности: значения ЭМГ *m. masseter* приближаются к норме, но у части пациентов остаются субнормальными. При этом активность *m. temporalis* достигает и даже превышает показатели здоровых лиц, что, вероятно, связано с функциональной перестройкой мышечного паттерна. В состоянии покоя отмечается нормализация базального тонуса как жевательной, так и височной мышц.

4. Изучено влияние ДЭНС-терапии на динамику электрофизиологических показателей жевательной группы мышц по данным ЭМГ.

Применение динамической электростимуляции (ДЭНС) после операции способствовало достоверному улучшению ЭМГ-показателей: к 6 месяцам пациенты в исследуемых подгруппах (ПВ и ШВ) демонстрировали более высокую амплитуду при максимальном сокращении *m. masseter* (в среднем на 120–150 мкВ выше, чем в контрольных группах) и более быстрое снижение ЭМГ в состоянии покоя. Аналогичный эффект наблюдался и для *m. temporalis*.

5. Разработан и внедрен в клиническую практику алгоритм ДЭНС-терапии и методика оценки её эффективности в составе комплексной реабилитации пациентов после ортогнатических операций.

Наиболее выраженные положительные эффекты были зафиксированы в подгруппах ПС и ШС, где курс ДЭНС был начат на дооперационном этапе и продолжен после хирургического вмешательства. В этих группах дооперационные значения ЭМГ уже были ближе к норме, что свидетельствует о целесообразности предварительной стимуляции для улучшения функциональной подготовки и последующего восстановления. Помимо показателей БЭА, у пациентов, получавших ДЭНС (особенно в подгруппах С), наблюдались лучшие показатели по уровню боли (ВАШ), индексу качества жизни (ОНIP-14) и амплитуде экскурсии нижней челюсти, что подтверждает комплексный положительный эффект метода на реабилитацию.

6. Полученные данные позволяют рекомендовать включение ДЭНС в стандартные протоколы функционального восстановления после ортогнатических операций. Оптимальным представляется сочетание до- и послеоперационного применения, особенно у пациентов с исходной гипофункцией мышц и выраженными деформациями зубочелюстной системы.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для оценки функционального состояния жевательной мускулатуры у пациентов со скелетными аномалиями зубочелюстной системы рекомендуется включать поверхностную электромиографию (ЭМГ) в обязательный перечень диагностических процедур на этапах предоперационного обследования, а также в рамках динамического наблюдения после ортогнатических операций. Наиболее информативными показателями являются максимальная амплитуда биоэлектрической активности при произвольном сжатии и уровень активности мышц в состоянии физиологического покоя.

2. В послеоперационном периоде (до 6 месяцев) снижение ЭМГ-активности жевательной мышцы (*m. masseter*) является физиологичным проявлением адаптационного ответа на хирургическое вмешательство и иммобилизацию. Это следует учитывать при интерпретации результатов и планировании реабилитации.

3. Динамическая электронейростимуляция (ДЭНС) зарекомендовала себя как эффективный метод физиотерапии для восстановления биоэлектрической активности жевательной и височной мускулатуры. Рекомендуется начинать курс ДЭНС как минимум со 2-го дня после операции. Наиболее выраженный клинический эффект достигается при начале стимуляции ещё до хирургического вмешательства (за 5–7 дней), с продолжением в послеоперационном периоде в течение не менее 4–6 недель, при необходимости – до 6 месяцев.

4. Для контроля эффективности восстановительного процесса рекомендуется проведение серийного ЭМГ-мониторинга на ключевых этапах реабилитации: до операции, через 3 месяца и через 6 месяцев. Это позволяет выявить отклонения от стандартной динамики и своевременно скорректировать комплекс восстановительных мероприятий.

5. При выявлении преобладания тонуса височной мышцы (*m. temporalis*) в состоянии покоя и гипофункции *m. masseter* (особенно у пациентов с III скелетным классом) рекомендуется использование миорелаксирующих методик, лечебной миогимнастики и направленной электростимуляции, направленной на восстановление баланса между мышечными группами.

6. Комплексная программа послеоперационной реабилитации должна включать: физиотерапию (включая ДЭНС), лечебную физкультуру, коррекцию питания, а также психологическую поддержку пациента. Это особенно важно в первые 4–6 недель, когда наблюдаются наиболее выраженные функциональные ограничения и высокий уровень болевого синдрома. Включение ДЭНС способствует уменьшению боли, ускорению нормализации ЭМГ и субъективных показателей (ВАШ, ОНП-14).

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Эндопротез нижней челюсти с опорными зонами как искусственный орган / А.И. Шайхалиев, П.С. Петрук, И.М. Шпицер, **А.С. Мигачев**, Л.Д. Аразашвили, Т.Р. Давыдова, Г.А. Гасбанов, Р.С. Корголоев // **Вестник трансплантологии и искусственных органов**. – 2020. – Т. 22. – № 3. – С. 115–122. – DOI: 10.15825/1995-1191-2020-3-115-122. [**Scopus**]

2. Шайхалиев, А.И. Перспектива применения электростимулирующей терапии у пациентов после эндопротезирования ВНЧС и ортогнатического лечения / А.И. Шайхалиев, **А.С. Мигачев**, Г.А. Гасбанов, Н. Нурпазыл уулу // Актуальные вопросы клинической медицины : сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, памяти заслуженного деятеля науки РД, заслуженного врача РФ и РД, Народного врача РД, профессора Хархарова М.А. – Махачкала : Дагестанский государственный медицинский университет, 2023. – С. 351-353.

3. Электрофизические методы диагностики и лечения при реабилитации пациентов с зубочелюстными аномалиями / **А.С. Мигачев**, А.М. Исагаджиев, Н. Нурпазыл, А.И. Шайхалиев // Сборник тезисов III Всероссийского съезда общества специалистов в области челюстно-лицевой хирургии с международным участием, 24–25 мая 2024 г. / отв. ред. А.И. Яременко. – Санкт-Петербург : РИЦ ПСПбГМУ, 2024. – С. 101. – ISBN 978-5-00259-008-7.

4. Динамическая электронейростимуляция в комплексе реабилитации пациентов с аномалиями размеров и положения челюстей / **А.С. Мигачев**, А.И. Шайхалиев, А.М. Гусаров, Е.В. Сафьянова, А.М. Исагаджиев, М.Н. Юнусова // **Клиническая стоматология**. – 2025. – Т. 28. – № 3. – С. 100-105. – DOI: 10.37988/1811-153X_2025_3_100. [Scopus]

5. Изменение электромиографической активности жевательной группы мышц у пациентов со скелетной аномалией после ортогнатических операций / **А.С. Мигачев**, А.И. Шайхалиев, А.М. Гусаров, А.М. Исагаджиев, М.М. Абакаров // **Клиническая стоматология**. – 2025. – Т. 28. – № 3. – С. 10-15. – DOI: 10.37988/1811-153X_2025_3_10. [Scopus]

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

ЭМГ – электромиография

ЧЭНС – чрескожная электронейростимуляция

ДЭНС – динамическая электронейростимуляция

БЭА – биоэлектрическая активность

МОР – максимальное открывание рта

ОНIP – Oral Health Impact Profile, опросник для оценки влияния состояния полости рта на качество жизни (версии ОНIP-49 и ОНIP-14)