

АЛБОРОВА ЕЛЕНА ВИТАЛЬЕВНА

Оптимизация лечения недоразвития нижней челюсти у детей методом
компрессионно-дистракционного остеогенеза

3.1.2. – челюстно-лицевая хирургия

Автореферат
Диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении Национальном медицинском исследовательском центре «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Научный руководитель:

кандидат медицинских наук

Овчинников Игорь Александрович

Официальные оппоненты:

Панин Андрей Михайлович - доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой хирургической стоматологии Федерального бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российской университет медицины» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Кугушев Александр Юрьевич - доктор медицинских наук, заведующий отделением челюстно-лицевой хирургии Российской детской клинической больницы — филиала федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации - Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» Федеральное медико-биологическое агентство России.

Защита состоится «27» февраля 2025 г. в 10:00 на заседании Диссертационного совета (21.1.079.02) при Федеральном государственном бюджетном учреждении Национальный медицинский исследовательский центр «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации по адресу 119021, Москва, ул. Тимура Фрунзе, д.16 (конференц-зал).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Федерального государственного бюджетного учреждения Национальный медицинский исследовательский центр «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации или на сайте www.cniis.ru.

Автореферат разослан «24» января 2025г.

Ученый секретарь Диссертационного совета
кандидат медицинских наук

Гусева Ирина Евгеньевна

Общая характеристика работы

Актуальность темы исследования

Нижняя микрогнатия (НМГ) как самостоятельное заболевание (K07.0) или как компонент ряда пороков развития, по частоте занимает первое место среди нарушений развития лицевого скелета у детей [Комелягин Д.Ю., 2005; Владимиров Ф.И., 2021]. Поэтому устранение НМГ представляет собой актуальное направление в детской челюстно-лицевой хирургии. Однако, авторы указывают, что несмотря на значительный прогресс, достигнутый в области раннего выявления НМГ, проблема своевременного начала лечения остается актуальной [Владимиров Ф.И., 2021]. Необходимо также отметить отсутствие стандартизированного протокола лечения данных пациентов от момента первого обращения и до окончания роста костей черепа.

Клинические проявления НМГ разнообразны. Заболевание может проявляться односторонним либо двусторонним дефицитом размеров ветви и/или тела нижней челюсти, сопровождаться нарушением анатомии и функции височно-нижнечелюстных суставов. Недостаток размеров нижней челюсти может варьировать от легкой степени, которая едва заметна при внешнем осмотре, до значительных деформаций, вызывающих нарушения дыхания, жевания, глотания и речи. В результате эти изменения могут привести к вторичным деформациям лицевого отдела черепа [Комелягин Д.Ю., 2005; Дубин С.А., 2006; Рогинский В.В., 2007; Владимиров Ф.И., 2021].

Оптимальным и относительно безопасным методом устранения НМГ является увеличение размеров нижней челюсти с помощью компрессионно-дистракционного остеогенеза (КДО) [Комелягин Д.Ю., 2005; Дубин С.А., 2006; Рогинский В.В., 2007; Чикуров Г.Ю., 2017; Владимиров Ф.И., 2021]. В детской челюстно-лицевой хирургии КДО впервые применил J. McCarthy в 1989 году, описавший применение аппарата для «удлинения костей» у 4 детей с нижней микрогнатией. С середины 1990-х годов в отечественной детской челюстно-лицевой хирургии под руководством Рогинского В.В. и, в последующем, его учеников и последователей Комелягина Д.Ю., Дубина С.А. и др. проведен ряд фундаментальных исследований возможностей применения КДО для устранения НМГ [Комелягин Д.Ю., 2005; Дубин С.А., 2006; Рогинский В.В., 2007; Рогинский В.В., 2009].

При КДО происходит формирование дистракционного регенерата, в котором последовательно происходят процессы ангио- и фиброгенеза с последующей фиброзно-остеоидной трансформацией и минерализацией остеоидной ткани, в результате чего формируется собственная органоспецифичная кость, структурно и функционально идентичная материнской кости. Таким образом, качество будущей кости определяется

качеством формирующегося в процессе distraction регенерата. В свою очередь, качество регенерата на этапе distraction определяется соотношением скорости развития сосудов, фиброзной и остеоидной ткани (сформулировано как понятие «индивидуальная активность остеогенеза») и темпа distraction: при соответствии темпа distraction и индивидуальной активности остеогенеза формируется нормотрофический distractionный регенерат; низкая индивидуальная активность остеогенеза чревата формированием гипотрофического («слабого») distractionного регенерата, а высокая индивидуальная активность остеогенеза приводит к формированию гипертрофического («избыточно плотного») distractionного регенерата. Своевременное определение качества distractionного регенерата (возможно оценить только при ультразвуковом исследовании (УЗИ)) позволяет корректировать темп distraction для получения нормотрофического ДР при любой индивидуальной активности остеогенеза [Nadtochiy A., 2008; Иванов А.Л., 2016; Надточий А.Г., 2024; Овчинников И.А., 2024].

Одним из современных подходов для улучшения качества distractionного регенерата является использование магнитотерапии. Магнитотерапия способствует ускорению остеогенеза, улучшению качества костной ткани и сокращению сроков формирования distractionного регенерата. Влияние магнитотерапии проявляется в активизации метаболических процессов, увеличении кровоснабжения и стимуляции клеточного деления в зоне distraction [Максимов А.В., 2013; Улащик В.С., 2015; Кузьманин С.А., 2019].

Степень разработанности темы исследования

На протяжении многих десятилетий компрессионно-distractionный остеогенез является ведущим методом коррекции деформаций лицевого скелета у детей, особенно при наличии микрогнатии нижней челюсти. Несмотря на значительный прогресс в усовершенствовании distractionных аппаратов и внедрении новых терапевтических подходов, неизменным остается ключевой параметр — скорость distraction, которая согласно методологии, предложенной Г. А. Илизаровым, составляет 1 мм в сутки. Однако современные данные свидетельствуют о том, что КДО является ангиозависимым процессом, чувствительным к множеству факторов, таких как этиология патологии, возраст пациента, наличие воспалительных изменений и т.д. Эти факторы оказывают значительное влияние на результаты остеогенеза и требуют тщательного учета в клинической практике. В свете современных исследований сохраняется необходимость дальнейшего изучения методов оптимизации остеорегенерации, в частности, влияние магнитотерапии на процессы формирования distractionного регенерата требует более глубокого анализа и оценки.

Цель исследования

Повышение эффективности лечения пациентов с недоразвитием нижней челюсти врожденной и приобретенной этиологии методом компрессионно-дистракционного остеогенеза на основе индивидуальной коррекции темпа дистракции с применением магнитотерапии.

Задачи исследования

1. На основе данных ультразвукового исследования определить особенности формирования дистракционного регенерата нижней челюсти у пациентов с врожденной и приобретенной нижней микрогнатией.
2. Изучить влияние магнитотерапии на формирование дистракционного регенерата нижней челюсти у пациентов с нижней микрогнатией.
3. Разработать тактику персонализированной коррекции темпа дистракции в условиях ускоренного созревания дистракционного регенерата в результате применения магнитотерапии.
4. Исследовать процесс формирования дистракционного регенерата при повторной дистракции, определить особенности, сравнить их с параметрами первичной дистракции.
5. Провести долгосрочные наблюдения за пациентами после компрессионно-дистракционного остеогенеза нижней челюсти после с целью оценки сочетания хирургического лечения с магнитотерапией.

Новизна исследования

Впервые при помощи ультразвукового мониторинга изучено влияние магнитотерапии на развитие дистракционного регенерата у пациентов с недоразвитием нижней челюсти, проявляющееся в ускоренном созревании дистракционного регенерата.

Впервые исследована корреляция между этиологическим фактором и скоростью созревания дистракционного регенерата при использовании магнитотерапии. Установлено, что у пациентов с врожденной нижней микрогнатией наблюдается более медленный темп созревание дистракционного регенерата по сравнению с пациентами с приобретенной микрогнатией.

Впервые проведена оценка отдаленных результатов лечения детей с нижней микрогнатией методом компрессионно-дистракционного остеогенеза с применением магнитотерапии. Выявлено, что в отдаленном периоде костный регенерат по своим морфофункциональным характеристикам соответствует характеристикам интактной костной ткани.

На основании результатов ультразвукового мониторинга и данных собственных исследований впервые был оптимизирован протокол дистракции с применением магнитотерапии. Это позволило ускорить темп дистракции за счет индукции остеогенеза под влиянием магнитотерапии.

Теоретическая и практическая значимость

Разработанная методика индивидуальной коррекции темпа distraction позволит повысить эффективность компрессионно-дистракционного остеогенеза с применением магнитотерапии у пациентов с врожденным и приобретенным недоразвитием нижней челюсти, ускорить реабилитацию пациентов.

Методология и методы исследования

Диссертация выполнена в соответствии с принципами и правилами доказательной медицины. Объектом исследования являлись 110 пациентов с недоразвитием нижней челюсти врожденной и приобретенной этиологии в возрасте от 3 до 18 лет, которым был проведен компрессионно-дистракционный остеогенез нижней челюсти. Предметом исследования являлся дистракционный регенерат по данным ультразвукового исследования и компьютерной томографии. При обследовании пациентов и проведении анализа эффективности оперативного лечения были применены клинический, ультразвуковой, рентгенологический и патоморфологический методы, статистическая обработка полученных результатов.

Научные положения, выносимые на защиту

1. По данным УЗИ установлено, что скорость созревания дистракционного регенерата у детей с врожденной нижней микрогнатией ниже, чем у детей с приобретенной нижней микрогнатией.
2. Магнитотерапия положительно влияет на дистракционный остеогенез, способствуя ускоренному формированию и созреванию дистракционного регенерата.
3. Магнитотерапия способствует формированию нормотрофического регенерата в условиях ускоренного темпа distraction.

Степень достоверности и апробация работы

Степень достоверности определяется достаточным объемом клинического материала (УЗИ: 515 исследований, рентгенологические снимки: 502 исследований, протоколы морфологического исследования: 15 исследований), адекватно поставленной целью и задачами. Добровольное участие пациентов в исследовании подтверждается их письменным информированным согласием. Статистическая обработка результатов исследования проведена в соответствии с принципами доказательной медицины. Полученные результаты свидетельствуют о выполнении поставленных задач. Сформулированные в диссертационной работе научные положения, выносимые на защиту, выводы и практические рекомендации подтверждены полученными результатами и данными статистического анализа.

Материалы диссертации доложены на:

- XIV научно-практической конференции молодых ученых «Научные достижения современной стоматологии и челюстно-лицевой хирургии», Москва, 2023г.;
- 2-ой ассамблее детской хирургии головы и шеи. Актуальные вопросы детской онкологии, оториноларингологии, челюстно-лицевой хирургии, реконструктивно-пластической хирургии, нейрохирургии, эндокринной хирургии", Светлогорск, 2023г.;
- общеинститутской директорской конференции ФГБУ НМИЦ «ЦНИИСиЧЛХ» Минздрава России, Москва, 2024г.
- XII междисциплинарном конгрессе по заболеваниям головы и шеи, Москва, 2024г.;
- 55-ом Московском международном стоматологическом форуме и выставке Дентал Салон 2024, Москва, 2024г.

Апробация диссертационной работы проведена 04 июля 2024г. на совместном заседании сотрудников отделения челюстно-лицевой хирургии (детское), отделения хирургического лечения аномалий черепно-челюстно-лицевой области, отделения реконструктивной челюстно-лицевой и пластической хирургии, отделения челюстно-лицевой хирургии, отделения госпитальной ортодонтии, отделения хирургической стоматологии, отделения функциональной диагностики, отделения лучевых методов диагностики ФГБУ НМИЦ «ЦНИИСиЧЛХ» Минздрава России.

Внедрение результатов исследования

Результаты настоящего исследования внедрены в клиническую практику клиники детской челюстно-лицевой хирургии ФГБУ НМИЦ «ЦНИИСиЧЛХ» Минздрава России.

Личный вклад автора

Автор непосредственно участвовала в выборе направления исследования, поиске и анализе литературы. Автор участвовала в оперативном лечении пациентов, самостоятельно выполнила обследование пациентов с применением клинических и лучевых методов, провела сбор и статистический анализ полученных данных. Подготовка и написание патента, статей, докладов по теме исследования, автореферата и диссертации выполнены автором самостоятельно в полном объеме.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 4 научные работы, 3 из них в изданиях, рекомендованных высшей аттестационной комиссией Минобрнауки РФ, 1 - в зарубежной печати, в том числе получено 1 заявление на выдачу патента.

Объём и структура диссертации

Диссертационная работа выполнена на 117 страницах машинописного текста и состоит из глав: «Введение», «Обзор литературы», «Материалы и методы исследования», «Результаты собственных исследований», «Обсуждение полученных результатов и заключение», «Выводы», «Практические рекомендации», списка сокращений и списка литературы (163 источника: 84 отечественных и 79 зарубежных), иллюстрирована 45 рисунками, содержит 10 таблиц.

Содержание работы

Материал и методы исследования

Результаты исследования основаны на результатах лечения 110 пациентов в возрасте от 3 до 18 лет с нижней микрогнатией врожденной и приобретенной этиологии, из них 85 пациентов были включены в исследование на основе архивных данных ФГБУ НМИЦ «ЦНИИСиЧЛХ» Минздрава России, а 25 пациентов были прооперированы в период с 2019 по 2023г.г. Из общего числа пациентов 67 неоднократно оперированы методом компрессионно-дистракционного остеогенеза, таким образом, общее количество оперативных вмешательств составило 159 (Таблица 1).

Таблица 1 - Распределение пациентов по нозологии, полу и возрасту

Врожденная микрогнатия	Возраст									
	0-3		3-7		7-12		13-17		Всего:	
	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж	М	Ж
Врожденные										
-Синдром Гольденхара	2	1	6	4	15	8	16	13	39	26
-Синдром Халлермана-Штрайфа	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
-Синдром Тричера Коллинза	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-
ИТОГО:	2	2	7	4	15	9	16	13	40	27
Приобретенная микрогнатия										
Приобретенные										
-Анкилоз ВНЧС	2	3	5	2	8	6	13	9	28	20
-Артроз ВНЧС	-	-	-	-	-	-	9	5	9	5
-Травма нижней челюсти	1	-	3	-	2	3	11	6	17	12
-После лучевой терапии	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
ИТОГО:	3	3	8	2	10	10	33	20	54	38

Критерии включения пациентов в исследование: недоразвитие нижней челюсти врожденной и приобретенной этиологии у пациентов в возрасте до 18 лет. Критерии исключения пациентов из исследования: аллергические реакции на металл, остеопороз, выраженные нарушения психики, наличие системных общехирургических противопоказаний.

С целью оценки влияния магнитотерапии на дистракционный регенерат все пациенты были разделены на 2 группы: группа 1 (основная) - пациенты, получавшие магнитотерапию; группа 2 (контрольная) - пациенты, не получавшие магнитотерапию. Пациенты с врожденной микрогнатией: получавшие магнитотерапию – 55 детей (группа 1А), не получавшие магнитотерапию – 20 детей (группа 2А). Пациенты с приобретенной микрогнатией: получавшие магнитотерапию – 57 детей (группа 1Б), не получавшие – 27 детей (группа 2Б) (Таблица 2).

Таблица 2 - Распределение пациентов по группам

Группа 1 (основная) С магнитотерапией		Группа 2 (контрольная) Без магнитотерапии	
Врожденная микрогнатия Группа 1А	Приобретенная микрогнатия Группа 1Б	Врожденная микрогнатия Группа 2А	Приобретенная микрогнатия Группа 2Б
55	57	20	27

Методика хирургического вмешательства

Всем пациентам с врожденной НМГ выполнялась КДО нижней челюсти. Пациентам с приобретенной НМГ выполнялись следующие оперативные вмешательства: КДО нижней челюсти (у пациентов с посттравматической НМГ, с НМГ вследствие поражения зоны роста при ранее оперированном анкилозе ВНЧС, с НМГ вследствие артроза ВНЧС); устранение анкилоза ВНЧС с КДО нижней челюсти. Также при наличии гиперплазии венечных отростков проводилась их резекция.

Магнитотерапия

Начиная с 1 суток после операции пациентам из основной группы ежедневно проводилась магнитотерапия низкой частоты (до 100Гц). Магнитотерапия осуществлялась следующим образом: в положении лежа накладывали цилиндрические индукторы от аппарата «Полнос-2М» (аппарат рентгеновский панорамный Planmeca Proline CC/EC Planmeca OY, Финляндия; регистрационное удостоверение ФС № 2004/1308 от 21.10.2004) и осуществлялось воздействие пульсирующим магнитным полем частотой 50 Гц, интенсивностью 50-75 мТл. Для определения продолжительности процедуры и длительности курса оценивалась реакция организма на магнитное поле до и после тестовой процедуры. Тестовая процедура проводилась в течение 10 минут. Пациентам, у которых реакция организма на магнитное поле определялась как

высокая, назначался курс магнитотерапии длительностью каждой процедуры по 10 минут. Пациентам, у которых реакция организма на магнитное поле определялась как низкая, назначался курс магнитотерапии длительностью каждой процедуры по 15 минут. Под реакцией организма на магнитное поле понимается общее состояние пациента (головокружение, тошнота, слабость), наличие после процедуры гиперемии, повышение артериального давления, повышение утомляемости. Продолжительность процедур не превышала 15 минут, поскольку дети обладают большей восприимчивостью к магнитному полю. Количество сеансов определялось продолжительностью госпитализации, но не превышало 15 процедур.

Активация дистрактора и контроль дистракции

Активация компрессионно-дистракционного аппарата (КДА) проводилась на 7-е сутки после установки компрессионно-дистракционного аппарата под контролем УЗИ (аппарат ультразвуковой диагностической многофункциональный MyLab Twice производства ESAOTE, Italy; регистрационное удостоверение ФСЗ 2011/09712 от 10.02.2017). Этот срок был выбран на основании данных, полученных Илизаровым Г.А. (1976), который установил, что оптимальный период для начала дистракции составляет с 5 по 8 сутки после остеотомии. Начало дистракции в более поздние сроки нецелесообразно, так как соединительнотканная прослойка регенерата уже представлена плотной рубцовой коллагеновой тканью, обладающей значительно худшим кровообращением.

Скорость дистракции составляла 1мм/сутки, так как эта скорость соответствует пополнению популяций клеток зоны роста и скорости остеогенеза. Такая скорость дистракции обеспечивает сохранение размеров зоны роста регенерата и позволяет сохранить связь с новообразованной надкостницей регенерата и ее сосудами.

На 1-е сутки после операции пациентам выполнялась ортопантограмма (аппарат рентгеновский панорамный Planmeca Proline CC/EC Planmeca OY, Финляндия; регистрационное удостоверение ФС № 2004/1308 от 21.10.2004) с целью оценки фиксации компрессионно-дистракционного аппарата. Далее ортопантограмма выполнялась 1 раз в неделю с целью определения размера диастаза между фрагментами нижней челюсти.

Через 6-7 дней после начала дистракции проводилось УЗИ с целью определения типа дистракционного регенерата и в последующем УЗИ проводилось каждые 3-4 дня. Тип дистракционного регенерата определялся в соответствии с классификацией, предложенной Надточим А.Г. (2007).

Нормотрофический регенерат представляет собой «рамку», имеющую по краям зоны повышенной эхогенности, а в центре – гипоехогенную зону; в

гипотрофическом регенерате различий между центральной и периферическими зонами нет. В случае, если регенерат гипертрофический, определяется гипозоногенная либо экзогенная центральная зона с включениями экзогенной плотности от средней до высокой и широкими периферическими зонами гиперэзоногенной плотности (Рисунок 1).

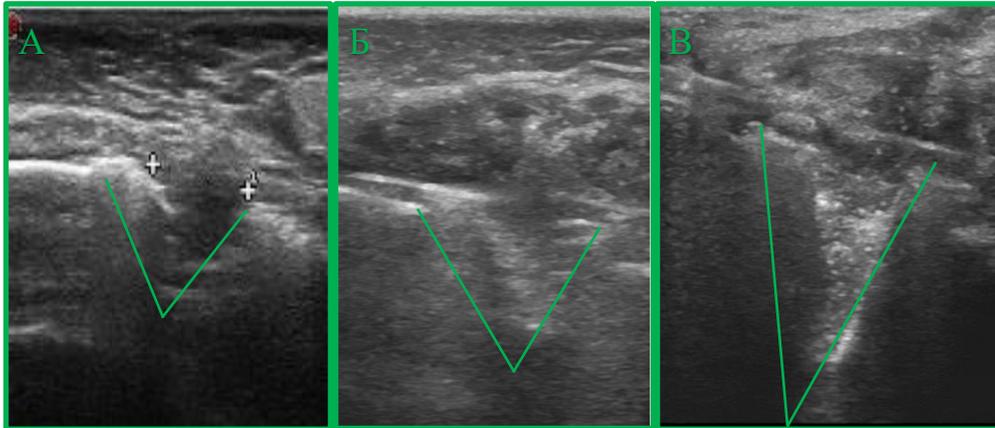


Рисунок 1. Ультразвуковое исследование гипотрофического типа distractionного регенерата нижней челюсти. Зеленым цветом выделен distractionный регенерат. А - гипотрофический тип, Б - нормотрофический тип, В - гипертрофический тип

На основании данных УЗИ при формировании distractionного регенерата нормотрофического типа темп distraction сохранялся. При формировании distractionного регенерата гипертрофического типа темп distraction увеличивался на 25-30%. При формировании distractionного регенерата гипотрофического типа темп distraction снижался на 25-30%. При изменении темпа distraction обязательным условием было достижение нормотрофического типа distractionного регенерата.

Оценка состояния костного регенерата в отдаленном периоде после компрессионно-distractionного остеогенеза нижней челюсти

Отдалённые результаты лечения методом КДО оценивались с использованием мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ) (томограф компьютерный рентгеновский «SOMATOM Definition Edge» производства Siemens Healthcare GmbH, Computed Tomography (CT), Siemensstrasse 1, 91301 Forchheim, Germany. 2. Siemens AG, Wittelsbacherplatz 2, DE-80333, München, Germany регистрационное удостоверение РЗН 2013/1291 от 06.04.2016). Для определения количественных характеристик костного регенерата (степень усадки, плотность губчатой и кортикальной костей регенерата) исследование проводилось в каждой группе пациентов дважды: через 6 месяцев после КДО и через ≥ 2 года после КДО. Для оценки количественных характеристик выполнялось трехмерное моделирование. Проводились морфометрические измерения длины, высоты и толщины костного

регенерата. На костном регенерате определялись условные реперные точки. Точка А соответствовала проксимальному краю костного регенерата, точка Б соответствовала дистальному краю костного регенерата. Линия А-Б соответствовала длине костного регенерата. На середине линии А-Б у нижнего края регенерата определялась точка В. От точки В опускался перпендикуляр к прямой А-Б, до верхнего края нижней челюсти. Данный перпендикуляр соответствовал высоте регенерата. Параллельно точке В с внутренней стороны костного регенерата определяли точку Г, линия В-Г соответствовала толщине костного регенерата (Рисунок 2).

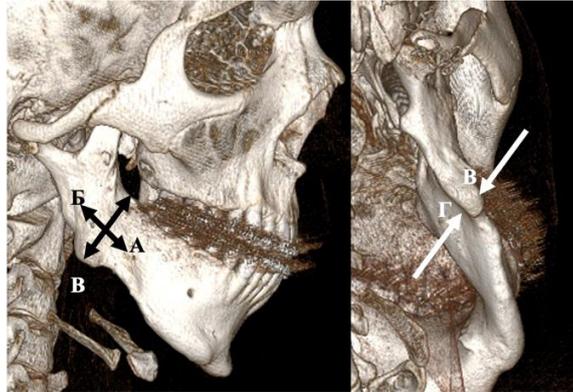


Рисунок 2. Линия А-Б – длина костного регенерата. Линия В – высота костного регенерата. Линия В-Г – толщина костного регенерата

Количественные параметры плотности кости в зоне регенерата оценивались по шкале Хаунсфилда (единица измерения - Hounsfield unit (HU)). Средний показатель плотности губчатой кости равен от ± 300 HU до ± 400 HU, - кортикальной кости – от ± 1800 HU до ± 1900 HU. Площадь курсора ROI составляла $15-20\text{mm}^2$ ($\varnothing = 5\text{mm}$). Оценивалась плотность кортикальной и губчатой костей регенерата в сравнении с интактной костью.

Качественные характеристики костного регенерата оценивались при проведении гистологического исследования. Костный материал был взят у 15 пациентов, при этом, минимальный интервал между проведённым КДО и забором материала составлял 2 года. Материал забирался у пациентов только при их повторной госпитализации для выполнения последующего этапа реконструктивных операций нижней челюсти (КДО; эндопротезирование нижней челюсти индивидуально смоделированными эндопротезами; ортогнатическая операция). Материалом для гистологического изучения являлись костная крошка и мелкие фрагменты кости, полученные при остеотомии нижней челюсти (в случаях повторной дистракции и/или ортогнатической операции), а также при моделировании поверхности нижней челюсти в случае наличия остеофитов (экзостозов). После забора образца кости, он помещался в 10% формалин и направлялся в лабораторию патологической анатомии ФГБУ НМИЦ «ЦНИИС и ЧЛХ» Минздрава России. Материал

помещался в кассету и обрабатывался декальцинирующим электролитным раствором Labiko. На следующем этапе осуществляли проводку кассеты на тканевом процессоре карусельного типа STP 120 Thermo Scientific с использованием раствора для гистологической проводки Изопреп (фирма BioVitrum). Парафиновый блок с образцом кости заливался на карусельной заливочной станции Microm EC 350-1. Тонкие срезы (толщиной не более 5мкм) выполнялись на микротоме Microm HM 355 S с ротационным механизмом и окрашивались по стандартной методике гематоксилином и эозином. Микроскопическое исследование проводили с использованием микроскопа AxioPlan2 imaging (Karl Zeiss; Германия), для фотосъемки гистопрепаратов пользовались камерой Mlchrome 5 Pro.

Статистические методы обработки данных

Количественные показатели оценивались на предмет соответствия нормальному распределению с помощью критерия Шапиро-Уилка.

Количественные показатели, имеющие нормальное распределение, описывались с помощью средних арифметических величин (M) и стандартных отклонений (SD), границ 95% доверительного интервала (95% ДИ).

В случае отсутствия нормального распределения количественные данные описывались с помощью медианы (Me) и нижнего и верхнего квартилей (Q1 – Q3).

Категориальные данные описывались с указанием абсолютных значений и процентных долей.

Сравнение двух групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью U-критерия Манна-Уитни.

Сравнение трех и более групп по количественному показателю, распределение которого отличалось от нормального, выполнялось с помощью критерия Краскела-Уоллиса, апостериорные сравнения – с помощью критерия U-критерия Манна-Уитни.

Сравнение процентных долей при анализе многопольных таблиц сопряженности выполнялось с помощью критерия хи-квадрат Пирсона. Апостериорные сравнения выполнялись с помощью критерия хи-квадрат Пирсона.

Различия считались статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

Клиническая картина у пациентов с врожденным односторонним недоразвитием нижней челюсти характеризовалась перекрестным прикусом, смещенным в сторону поражения, а при выраженном недоразвитии нижней челюсти определялось ее дистальное положение. При двустороннем поражении

определялся глубокий прикус во фронтальном отделе и дистальное смещение нижней челюсти. При выраженном недоразвитии нижней челюсти определялся синдром дыхательной обструкции в 4,48% случаев (4 пациента). При врожденной нижней микрогнатии, входящей в состав симптомокомплекса врожденных патологий челюстно-лицевой области, помимо недоразвития нижней челюсти, также отмечалось недоразвитие верхней челюсти (в/ч), скуловой кости (с/к), мягких тканей, гипоплазия или аплазия ушной раковины, поражения различной степени наружного и внутреннего уха на стороне поражения (Рисунок 3).



Рисунок 3. Клинический пример пациентки с синдромом Гольденхара

Клиническая картина у пациентов с приобретенной НМГ во многом схожа с клиническими проявлениями при врожденной форме. При раннем обращении и своевременном начале ортодонтно-хирургического лечения отмечались минимальные проявления НМГ. При затяжном течении, при односторонней приобретенной НМГ отмечался перекрестный прикус, смещённый в сторону поражения и дистальное положение нижней челюсти. При двусторонней приобретённой НМГ отмечался глубокий прикус и дистальное положение нижней челюсти. У 23 пациентов (25%) отмечалась деформация верхней челюсти. В тяжелых случаях при двусторонней НМГ и дистальном положении нижней челюсти наблюдалось нарушение дыхания, связанное с уменьшением объема дыхательных путей и развитием синдрома дыхательной обструкции - у 6 пациентов (6,52%) (Рисунок 4).



Рисунок 4. Фотографии пациента с двусторонним анкилозом ВНЧС и недоразвитием нижней челюсти

На основе данных УЗИ было выявлено, что скорость остеогенеза напрямую зависит от этиологии заболевания. Независимо от наличия магнитотерапии, у пациентов с врожденной микрогнатией скорость созревания регенерата была ниже, чем у пациентов с приобретенной микрогнатией. Это проявлялось в большей частоте формирования гипотрофического типа регенерата у пациентов с врожденной микрогнатией: в группе 1А данный тип регенерата определялся в 18% случаев, а в группе 2А — в 40% случаев. У пациентов в группе 1Б гипотрофический тип регенерата отсутствовал, в группе 2Б составил 22% (Рисунок 5).

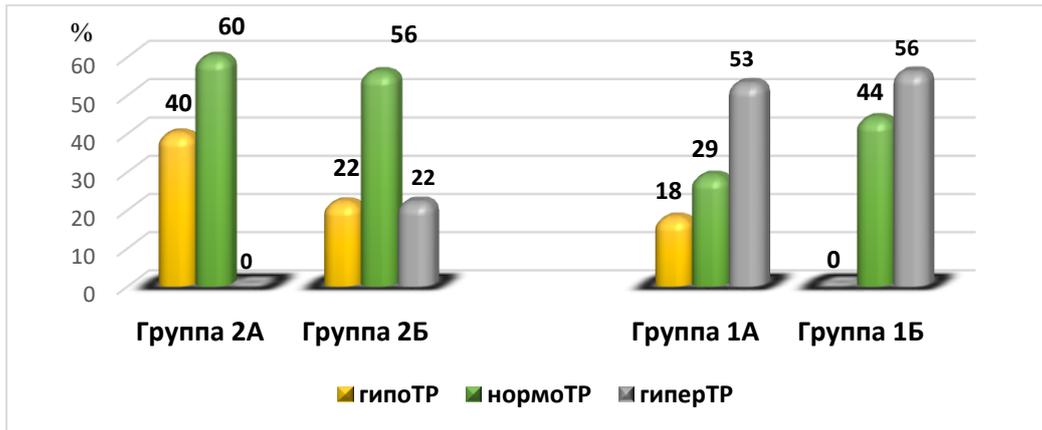


Рисунок 5. Разница активности остеогенеза в зависимости от этиологического фактора (%)

При исследовании влияния магнитотерапии в группах 1 и 2 выявлено, что индуцирование остеогенеза с помощью магнитотерапии позволяет увеличить темп distraction до 2мм в сутки для получения нормотрофического типа distractionного регенерата. Использование магнитотерапии в сочетании с адекватным изменением темпа distraction позволяет достигнуть планируемой величины distractionного регенерата без потери его качества, ускоряя distractionный этап лечения на 30%. По нашему мнению, имеет смысл включение физиотерапии в обязательный алгоритм КДО, ввиду ее доказанного положительного эффекта на остеогенез (Рисунки 6-7).

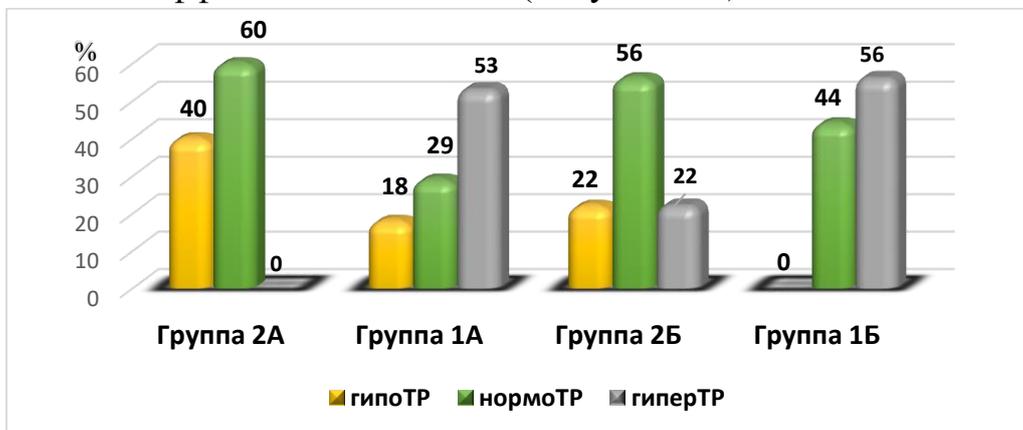


Рисунок 6. Влияние магнитотерапии на созревание distractionного регенерата (%)

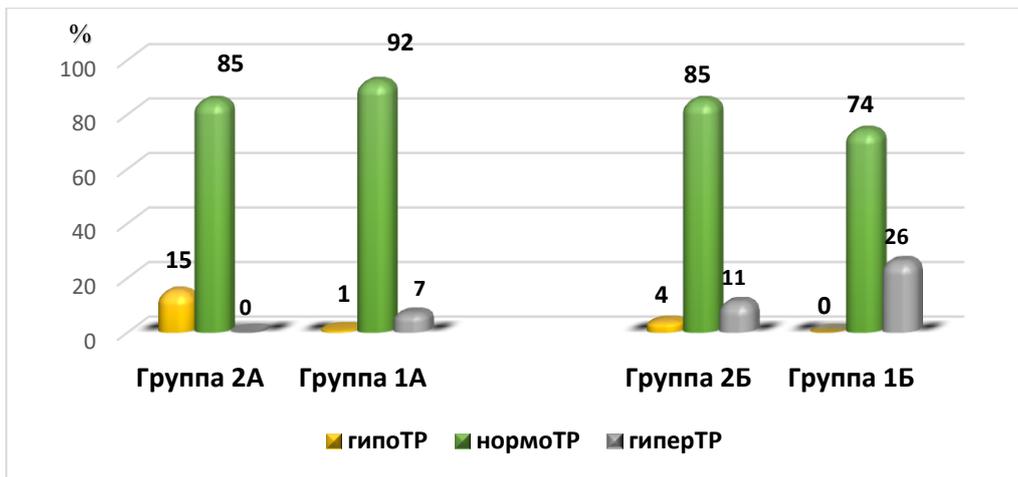


Рисунок 7. Состояние distractionного регенерата на 10-12-е сутки distraction после коррекции темпа distraction

Применение магнитотерапии способствует формированию гипертрофического типа distractionного регенерата. Это требует увеличения темпа distraction для возвращения к нормотрофическому типу регенерата, что позволяет достичь оптимальных результатов лечения в более короткие сроки (Рисунок 8, Таблица 3).

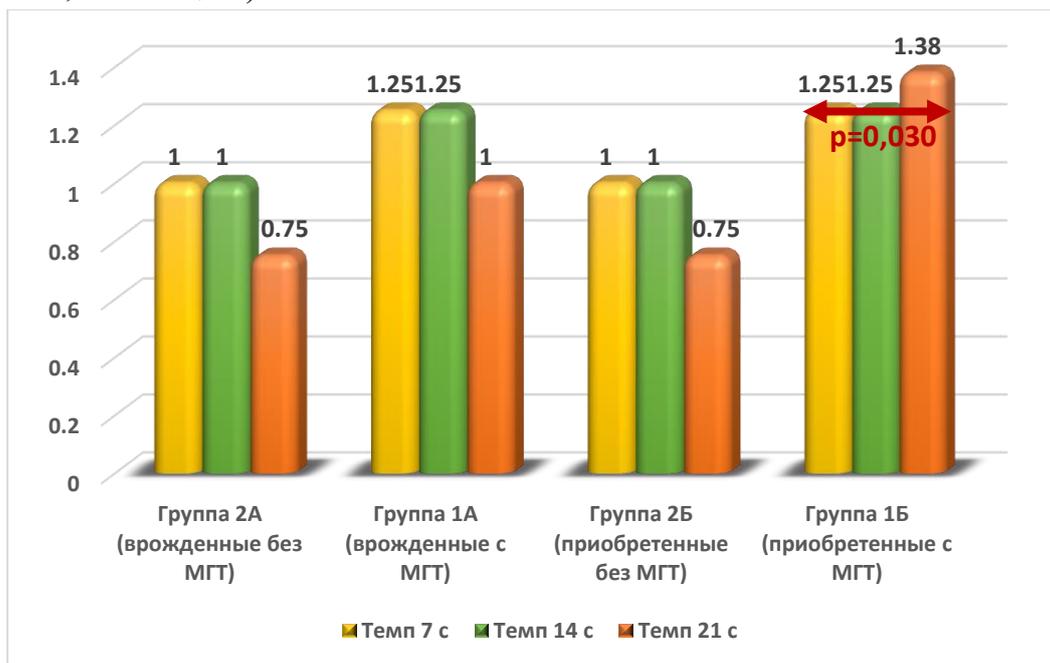


Рисунок 8. Динамика темпа distraction в каждой из исследуемых групп

Результаты исследования свидетельствуют о значительных преимуществах КДО нижней челюсти, в том числе о минимальном уменьшении размеров костного регенерата в отдаленном периоде после КДО с применением магнитотерапии. Данные также указывают на значительное увеличение высоты и толщины костного регенерата, что свидетельствует о его активном ремоделировании (Рисунок 9).

Таблица 3 - Оценка темпа distraction в различные сутки в зависимости от группы.

Темп	Группа пациентов				P
	Группа 1А	Группа 1Б	Группа 2А	Группа 2Б	
Темп на 7 сутки Me (Q1-Q3)	1,25 (1,0-1,25)	1,25 (1,0-1,25)	1,0 (0,75-1,0)	1,0 (1,0-1,0)	0,0001 $P_{1A-2A} = 0,002$ $P_{2A-2B} = 0,031$ $P_{1B-2A} = 0,001$ $P_{1A-2B} = 0,048$ $P_{1B-2B} = 0,001$
Темп на 14 сутки Me (Q1-Q3)	1,25 (1,0-1,25)	1,25 (1,0-1,5)	1,0 (0,75-1,0)	1,0 (1,0-1,13)	0,0001 $P_{1A-2A} = 0,001$ $P_{2A-2B} = 0,02$ $P_{2A-1B} = 0,001$ $P_{1B-2B} = 0,001$
Темп на 21 сутки Me (Q1-Q3)	1,0 (0,88-1,13)	1,38 (1,13-1,63)	0,75 (0,5-1,0)	0,75 (0,75-1,0)	0,0015 $P_{1B-2A} = 0,003$ $P_{1A-1B} = 0,024$ $P_{1B-2B} = 0,003$

Различия статистически значимы при $p < 0,05$



Рисунок 9. Средние изменения длины ветви и тела пораженной стороны нижней челюсти в процентном соотношении у пациентов обеих групп

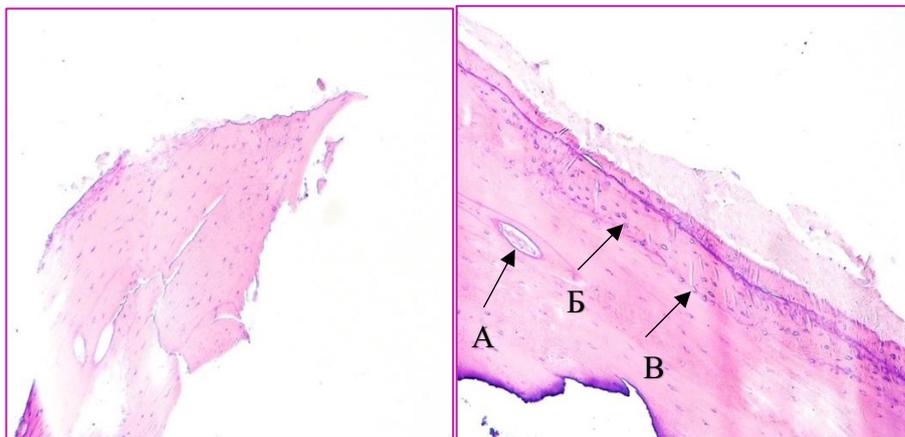
Оценка плотности кортикальной пластины интактной кости и регенерата в отдаленном периоде после КДО показала статистически значимые различия как у пациентов с врожденной, так и с приобретенной нижней микрогнатией. Аналогичные результаты получены и в отношении плотности губчатого вещества у пациентов и с врожденной, и с приобретенной нижней микрогнатией (Таблица 4). У пациентов с врожденной микрогнатией наблюдается большее снижение плотности кортикальной пластины и губчатого вещества регенерата по сравнению с интактной костью, в отличие от пациентов с приобретённой микрогнатией, что может указывать на более медленный темп восстановления и слабую ангиогенную поддержку остеогенеза. Однако данные различия в плотности не оказывают значимого влияния на функциональные характеристики кости.

Таблица 4 - Плотность кортикальной пластины и губчатого вещества в зависимости от этиологии микрогнатии.

Показатель					p
	Группа 1А	Группа 1Б	Группа 2А	Группа 2Б	
HU кортикальной пластины интактной кости M±SD	1735 ±44,6	1776± 72,7	-	-	0,024
HU кортикальной пластины регенерата M±SD	1597±49,7	1676±70,9	-	-	0,001
HU губчатого вещества интактной кости Me (Q1;Q3)	333 (311;390)	360 (319;393)	-	-	0,410
HU губчатого вещества регенерата Me (Q1;Q3)	301 (281;313)	311 (300;321)	-	-	0,119

Различия статистически значимы при $p < 0,05$

Гистологическое исследование сформированного костного регенерата продемонстрировало его морфологическую полноценность и соответствие структуре интактной костной ткани. В её составе выявлены остециты, локализованные в лакунах, кровеносные сосуды, расположенные в Гаверсовых каналах. Линии склеивания и небольшие щелевидные пространства подтверждают завершение процессов минерализации и организации костной структуры. На гистологических срезах, выполненных после повторной дистракции, костный регенерат представлен зрелой компактной тканью с полноценной васкуляризацией, что подтверждается наличием кровеносных сосудов в Гаверсовых каналах. Отсутствие воспалительных изменений в окружающей строме указывает на нормальное течение регенеративного процесса без признаков патологической реакции (Рисунок 10).



Рисунки 10. Гистологический срез костного регенерата, увеличение x50. В гистопрепарате компактная костная ткань с остеocyтaми без остеобластов, с линиями склеивания и небольшими щелевидными пространствами расположенными перпендикулярно продольной оси. А - Гаверсов канал, Б - остеocyтaы, В - щелевидные пространства

КДО нижней челюсти может рассматриваться не только как самостоятельный метод лечения, но и как подготовительный этап к последующим реконструктивным операциям. Ремоделирование костного регенерата и увеличение его объемов создают оптимальные условия для проведения реконструктивных вмешательств после завершения роста костей черепа. Это позволяет обеспечить более предсказуемые и стабильные результаты хирургического лечения, улучшая общий прогноз для пациентов.

Эффективность КДО нижней челюсти во многом зависит от персонализированного подхода, учитывающего как анатомические, так и физиологические аспекты недоразвития нижней челюсти (НМГ). Индивидуализация лечения позволяет оптимизировать параметры distraction, адаптировать методику к специфическим потребностям каждого пациента и достигать максимальной эффективности реабилитации. Персонализированный подход обеспечивает достижение наилучших клинических исходов и ускоряет процесс реабилитации.

Выводы

1. На основании данных УЗИ скорость созревания distractionного регенерата у детей с врожденной нижней микрогнатией ниже, чем у детей с приобретенной нижней микрогнатией. Это проявляется увеличенной частотой формирования гипотрофического типа регенерата у детей с врожденной нижней микрогнатией: 18% в группе с 1А distraction и 40% 2А. В то же время у пациентов с приобретенной нижней микрогнатией гипотрофические регенераты отсутствовали в группе 1Б (0%), но наблюдались в 22% случаев в группе 2Б.
2. Магнитотерапия оказывает положительное влияние на процессы distractionного остеогенеза: под воздействием магнитного поля наблюдается ускоренное формирование и созревание distractionного регенерата во всех группах пациентов. Частота встречаемости гипертрофических distractionных регенератов при применении магнитотерапии составила $54\% \pm 7,72\%$, тогда как частота встречаемости гипотрофических регенератов составила $9\% \pm 4,43\%$.
3. Ускоренное созревание distractionного регенерата требует увеличения стандартного темпа distraction (1мм в сутки) до 1,5-2мм в сутки для получения нормотрофического регенерата, что позволяет сократить продолжительность distractionного этапа лечения.
4. Ультразвуковой мониторинг показал, что скорость созревания регенерата при повторной distraction не отличается от скорости созревания регенерата при первичной distraction, что подтверждается отсутствием значимых различий в формировании регенерата по его качественным характеристикам на основании ультразвукового исследования.

5. Качественные и количественные характеристики костного регенерата в отдаленном периоде после проведения компрессионно-дистракционного остеогенеза нижней челюсти соответствуют показателям интактной кости, регенерат не уменьшается в размерах и подвергается ремоделированию. Гистологическое исследование показало, что формируется морфологически полноценная кость идентичная интактной кости, с линиями склеивания и достаточным кровоснабжением. Это подтверждает эффективность методики компрессионно-дистракционного остеогенеза с магнитотерапией и её способность восстанавливать структурно-функциональные свойства кости.

Практические рекомендации

Для ускорения развития дистракционного регенерата необходимо применять физиотерапию (магнитотерапия). Назначать на 1 сутки после операции, продолжительностью курса до 15 процедур. Длительность первой процедуры должна составлять 10 минут. При низкой реакции организма на магнитное поле длительность последующих процедур следует увеличить до 15 минут, а при высокой реакции организма на магнитное поле следует сохранить длительность в 10 минут.

Для оценки состояния дистракционного регенерата необходимо проведение ультразвукового исследования с целью определения типа дистракционного регенерата и последующей коррекции темпа дистракции. При формировании гипотрофического типа дистракционного регенерата темп дистракции необходимо замедлить на 25-30%, при формировании нормотрофического типа дистракционного регенерата темп дистракции следует сохранить таким же, а при формировании дистракционного регенерата гипертрофического типа темп дистракции следует увеличить на 25-30%.

Для динамического контроля состояния дистракционного регенерата в период дистракции рекомендуется использовать ультразвуковой мониторинг с частотой выполнения исследований 1 раз в 3-4 дня с целью своевременной коррекции темпа дистракции для формирования дистракционного регенерата нормотрофического типа.

При лечении пациентов с нижней микрогнатией методом компрессионно-дистракционного остеогенеза необходимо учитывать анатомические и физиологические особенности каждого пациента. Это может быть реализовано благодаря ультразвуковому мониторингу дистракционного регенерата.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Алборова, Е. В. Влияние физиотерапии на созревание дистракционного регенерата при компрессионно-дистракционном остеогенезе нижней челюсти / Алборова Е. В. // Материалы XIV научно-практической

- конференции молодых ученых «Научные достижения современной стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Стоматология. -2023. -102 (3). - С. 89-100.
2. Надточий, А. Г. Применение магнитотерапии при лечении детей с нижней микрогнатией методом компрессионно-дистракционного остеосинтеза / А. Г. Надточий, И. А. Овчинников, Е. В. Алборова // Вестник Казнму. - 2023. - №4 (67). - С. 13-21.
 3. Овчинников, И. А. Применение магнитотерапии при лечении детей с нижней микрогнатией методом компрессионно-дистракционного остеосинтеза / И. А. Овчинников, Е. В. Алборова, А. Г. Надточий // Стоматология. - 2024. - 103 (3). - С. 26-30.
 4. Надточий, А. Г. Состояние костного регенерата нижней челюсти в отдаленном периоде после компрессионно-дистракционного остеосинтеза / А. Г. Надточий, И. А. Овчинников, Е. В. Алборова, Н. С. Алексеева // Стоматология. - 2024. - 103 (4). - С. 36-40.
 5. Заявка на выдачу патента №2024111040 Способ послеоперационной реабилитации пациентов детского и подросткового возраста методом компрессионно-дистракционного остеосинтеза нижней челюсти с использованием магнитотерапии. Авторы: Надточий А.Г., Овчинников И.А., Алборова Е.В., Смирнова Е.Г., Возгомент О.В., Агеева Л.В., Рыбакова Е.Г.