

Чередников Сергей Михайлович

**СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АУТОКОСТ-
НОГО МАТЕРИАЛА, КСЕНОГЕННОГО
КОСТНО-ПЛАСТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА И ИХ КОМПОЗИЦИИ
ПРИ ОПЕРАЦИИ СИНУС-ЛИФТИНГ**

3.1.7 «Стоматология»

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата медицинских наук**

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном учреждении
Национальный медицинский исследовательский центр
«Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой
хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Научный руководитель:

доктор медицинских наук, профессор **Брайловская Татьяна Владиславовна**

Официальные оппоненты:

Олесова Валентина Николаевна - доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой стоматологии Медико-биологического университета инноваций и непрерывного образования Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение «Государственный научный центр- Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» Федерального медико- биологического агентства России.

Цициашвили Александр Михайлович - доктор медицинских наук, профессор кафедры пропедевтики хирургической стоматологии стоматологического факультета научно-образовательного института стоматологии им. А. И. Евдокимова Федеральное Государственное Бюджетное Образовательное Учреждение высшего образования «Российский университет медицины» Министерства Здравоохранения Российской Федерации

Ведущая организация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Защита состоится 24.11.2026 в 10-00 часов 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 и на сайте www.cniis.ru Федерального государственного бюджетного учреждения Национальный медицинский исследовательский центр «Центральный научно-исследовательский институт стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Автореферат разослан: « 23 » октября 2026 г.

Ученый секретарь

Диссертационного совета

кандидат медицинских наук

Гусева Ирина Евгеньевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования

Недостаток объема костной ткани дистальных отделах верхней челюсти на сегодняшний день является актуальной проблемой современной стоматологии: уменьшение объема альвеолярного гребня верхней челюсти снижает возможности проведения операции внутрикостной имплантации, и, согласно данным исследований, эта проблема встречается у 20–70% пациентов (Иванов С.Ю., Ломакин М.В., 2020, Панин А.М., 2021, Яременко А.И. 2022).

Проблема атрофии костной ткани на верхней челюсти решается с помощью операции по поднятию дна верхнечелюстной пазухи с ведением костнопластических материалов (операция синус-лифтинга). Успех этой манипуляции во многом зависит от методики проведения и типа применяемого костнопластического материала (Al-Moraissi, 2020, Streckbein, 2022).

Несмотря большое количество исследований по разработке методов проведения синус-лифтинга и внедрению новых костнопластических материалов, перед врачами стоматологами - хирургами стоит задача выяснить, какой из предлагаемых костнопластических материалов является оптимальным для применения при проведении операции синус-лифтинга.

Степень разработанности темы исследования

Проблема недостаточных параметров альвеолярной кости в дистальных отделах верхней челюсти и необходимость её восстановления перед дентальной имплантацией достаточно широко освещена в отечественной и зарубежной литературе. В многочисленных исследованиях рассмотрены вопросы патогенеза атрофии альвеолярного гребня, динамики ремоделирования кости после удаления зубов, а также анатомо-функциональные особенности верхнечелюстного синуса и факторы, влияющие на процесс пневматизации. Детально изучены хирургические техники синус-лифтинга, включая закрытый и открытый доступ, условия для одномоментной или отсроченной имплантации, особенности предоперационного планирования и возможные интра- и послеоперационные осложнения.

В значительном числе публикаций проведены исследования эффективности аутокостных, аллогенных, ксеногенных и аллопластических материалов при субантральной аугментации, однако большинство данных работ анализируют костно-пластические материалы изолированно или в рамках ограниченных клинических условий. Несмотря на наличие единичных сравнительных работ, комплексной оценки применения аутокостного материала, ксеногенного заменителя и их композиции в условиях операции открытого синус-лифтинга — с позиций клинических, рентгенологических и гистологических методов — в доступной литературе фактически нет.

Таким образом, несмотря на актуальность проблемы, в литературе отсутствуют данные прямого сравнительного анализа эффективности аутокостного материала, ксеногенного костно-пластического материала и их композиции при открытом синус-лифтинге, что определяет научную новизну и цель настоящего исследования.

Цель исследования

Повышение эффективности дентальной имплантации у пациентов с частичной потерей зубов и недостаточным объемом альвеолярной кости в дистальных отделах верхней челюсти.

Задачи исследования

1. На основании результатов клинических методов исследования выполнить сравнительный анализ эффективности использования композиции ксеногенного костнопластического материала и аутокостного материала.
2. Провести гистологическую оценку особенностей репаративного остеогенеза в области проведенной операции синус-лифтинг в зависимости от композиции ксеногенного костнопластического материала и аутокостного материала.
3. Провести оценку стабильности дентальных имплантатов методом резонансно-частотного анализа после операции синус-лифтинга с использованием различных костно-пластических материалов.
4. По данным рентгенологических методов исследования выполнить оценку плотности новообразованной костной ткани в области проведенной операции синус-лифтинг в зависимости от композиции ксеногенного костнопластического материала и аутокостного материала.
5. На основании полученных данных разработать практические рекомендации к применению композиции ксеногенного костнопластического материала и аутокостного материала у пациентов с частичной потерей зубов и недостаточным объемом альвеолярной кости в дистальных отделах верхней челюсти.

Научная новизна исследования

Впервые в отечественной практике проведен сравнительный анализ эффективности «CeraBone» в разных соотношениях с аутокостной стружкой. Впервые в клинических условиях систематически изучены и сопоставлены результаты применения костно-пластического материала «CeraBone» при трёх вариантах его сочетания с аутокостной стружкой: 100 % «CeraBone» / 0 % аутокостная стружка (группа I); 25 % «CeraBone» / 75 % аутокостная струж-

ка (группа II); 50 % «CeraBone» / 50 % аутокостная стружка (группа III). Для каждой комбинации получены количественные морфологические данные, позволяющие объективно оценить влияние соотношения компонентов на процессы регенерации.

Выявлены морфологические критерии успешной регенерации костной ткани при синус-лифтинге. На основании гистологического и морфометрического анализа определены объективные признаки успешной регенерации, включающие количественные показатели: BV (bone volume) — объём новообразованной костной ткани, %; MatBS/BS (material bone surface / bone surface) — относительная площадь контакта кости с материалом, %; N.ob (number of osteoblasts) — количество остеобластов на единицу площади; N.Mat.ob — количество остеобластов, локализованных непосредственно на поверхности материала; Ob.S (osteoblastic surface) — остеобластическая поверхность, мм² (доля поверхности трабекул, покрытая остеобластами).

Установлена прямая корреляция между показателем MatBS/BS и качеством ремоделирования костного регенерата. В ходе исследования впервые для костного материала «CeraBone» подтверждена зависимость качества ремоделирования костной ткани от степени интеграции материала, оцениваемой по показателю MatBS/BS. При значениях MatBS/BS < 65 % выявлены признаки дезорганизации костного матрикса (группа II). При MatBS/BS 65–67 % отмечены локальные нарушения регенерации, включая участки некроза (группа I). При MatBS/BS ≥ 70 % зафиксирована физиологичная картина репаративного остеогенеза с сохранением нормальной архитектоники и васкуляризации (группа III).

Разработаны практические рекомендации по оптимальному соотношению ксеногенного костнопластического материала «CeraBone» и аутокостной стружки. На основе полученных данных впервые сформулированы научно обоснованные рекомендации по выбору соотношения материала «CeraBone» и аутокостной стружки для достижения максимальной интеграции материала (наивысшие значения MatBS/BS), наибольшего объёма новообразованной костной ткани (максимальные значения BV), сохранения нормальной архитектоники регенерата и минимизации риска осложнений (некроз, фиброз). Оптимальным признано соотношение 50 % «CeraBone» / 50 % аутокостная стружка (группа III), которое обеспечивает объём новообразованной костной ткани BV = 34,50–36,25 %, площадь контакта MatBS/BS = 70,20–71,60 %, высокую остеобластическую активность (N.ob до 36,00, Ob.S до 2,10 мм²), отсутствие некроза и дезорганизации матрикса, сохранение васкуляризации.

Теоретическая и практическая значимость работы

Теоретическая значимость работы заключается в расширении представлений о процессах регенерации костной ткани в условиях ограниченного кровоснабжения и изолированности субантрального пространства мембраной Шнайдера. Впервые проводимое комплексное изучение

комбинированного применения аутогенной и ксеногенной кости в разных пропорциях позволяет уточнить закономерности ремоделирования и структурной перестройки костного регенерата при различных вариантах костно-пластических материалов.

Практическая значимость исследования состоит в получении объективных клинико-рентгенологических параметрах, позволяющих обоснованно выбирать соотношение аутогенного и костно-пластического материала при проведении открытого синус-лифтинга у пациентов с выраженной атрофией альвеолярного гребня. На основе выявленных закономерностей формируются практические рекомендации, направленные на повышение предсказуемости формирования костного регенерата, снижение риска осложнений и резорбции альвеолярной костной ткани, оптимизацию условий для успешной остеоинтеграции дентальных имплантатов.

Методология и методы исследования

Методологическую основу исследования составляет комплексный подход, предполагающий сочетание клинических, рентгенологических, резонансно-частотного анализа и статистических методов анализа регенерации костной ткани после выполнения открытого синус-лифтинга с применением комбинированного сочетания аутогенного и ксеногенного костно-пластического материала. Методология исследования направлена на получение комплексных объективных данных о качестве сформированной костной ткани в зависимости от типа и комбинации костно-пластического материала, что позволяет сравнить клиническую эффективность исследуемых подходов.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Применение различных костно-пластических материалов — аутокостного, ксеногенного и их композиции — оказывает статистически значимое влияние на качество и объём новообразованной костной ткани после операции открытого синус-лифтинга.
2. Комбинированное использование аутогенной и ксеногенной кости (50% / 50%) обеспечивает оптимальный баланс между скоростью регенерации и сохранностью объёма регенерата, превосходя по ряду показателей изолированное применение аутокости или ксеноматериала.
3. Структура и плотность костного регенерата, оцененные по данным КЛКТ, достоверно различаются в зависимости от применяемого костного материала, что влияет на сроки и предсказуемость остеоинтеграции дентальных имплантатов.
4. Показатели резонансно-частотного анализа демонстрируют зависимость стабильности дентальных имплантатов от характеристик новообразованной костной ткани, формирующейся при использовании различных костно-пластических материалов.

Степень достоверности и апробация полученных результатов

Достоверность проведенного исследования определяется достаточным количеством клинических наблюдений и многочисленными рентгенологическими данными. Уровень статистической значимости $p < 0,05$. Полученный массив данных был статистически обработан с использованием программ MS Excel и «Statistica» для обеспечения достоверности и объективности выводов.

Материалы диссертации были представлены на XV Научно-практической конференции молодых ученых «Научные достижения современной стоматологии и челюстно-лицевой хирургии», посвященной памяти профессора В.М. Безрукова 31.05.2024 г., Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых с международным участием «Актуальные вопросы стоматологии» 15.05.2025 г., XVI Научно-практической конференции молодых ученых «Научные достижения современной стоматологии и челюстно-лицевой хирургии», посвященной памяти профессора Н.А. Рабухиной 30.05.2025 г., XI Международной научно-практической конференции молодых ученых и студентов «Медицинское образование, наука, практика» 15.04.-16.04.2026 г., Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных с международным участием «Актуальные вопросы стоматологии» 15.04.2026 г., Научно-практической конференции студентов, ординаторов, аспирантов и молодых ученых «Научная сессия ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера» 23.04–24.04.2026 г. Апробация диссертации проведена на совместном заседании сотрудников отдела дентальной имплантологии, отдела хирургической стоматологии и пародонтологии, отдела ортопедической стоматологии и гнатологии, отделения челюстно-лицевой хирургии, центра лучевой диагностики ФГБУ НМИЦ «ЦНИИС и ЧЛХ» Минздрава России 30.07.2026 г.

Внедрение результатов исследования

Результаты диссертационной работы внедрены в работу отдела дентальной имплантологии ФГБУ НМИЦ «ЦНИИС и ЧЛХ» Минздрава России. Полученные в ходе исследования данные используются при обучении ординаторов и аспирантов, а также в системе непрерывного медицинского образования при подготовке и повышении квалификации врачей челюстно-лицевых хирургов и врачей стоматологов-хирургов.

Личный вклад автора

Автором определены цель и задачи исследования, разработан дизайн клинического исследования, а также сформированы критерии включения и исключения пациентов. Проведён анализ современных отечественных и зарубежных источников литературы по про-

блеме костной пластики дна верхнечелюстного синуса и дентальной имплантации, на основании которого обоснован выбор направлений исследования и применяемых костно-пластических материалов.

Автор участвовал в выполнении хирургических вмешательств, включая операции синус-лифтинга и последующую дентальную имплантацию с использованием различных комбинаций аутогенной кости с костно-пластическим материалом, осуществлял клиническое наблюдение пациентов на всех этапах лечения, включая послеоперационный период и сроки отдалённого наблюдения.

Текст диссертационной работы, включая разделы, посвящённые результатам исследования, обсуждению полученных данных и обобщающим выводам, написан автором лично.

Публикации

По материалам исследования опубликовано 12 печатных работ, из них 6 в журналах, рекомендованных ВАК РФ для опубликования основных научных результатов диссертационного исследования .

Объем и структура диссертации

Диссертационная работа изложена на 137 страницах машинописного текста, содержит 17 рисунков, 17 таблиц. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, глав «Материалы и методы», «Результаты собственных исследований», «Обсуждение полученных результатов», выводов, практических рекомендаций, списка литературы, который содержит 54 источника на русском языке и 35 на английском языке.

Содержание работы

Материалы и методы исследования

Атрофия альвеолярной кости в дистальных отделах верхней челюсти, встречается у 20-70% пациентов [Иванов С.Ю., Ломакин М.В, 2020, Панин А.М., 2021, Яременко А.И.2022], является ключевым ограничением для дентальной имплантации. Для его устранения широко применяется аугментация дна верхнечелюстного синуса с использованием различных костно-пластических материалов. Однако вопрос о выборе оптимального материала, обеспечивающего наилучшие клинико-морфологические результаты, остаётся дискуссионным. В данной главе представлены материалы и методы исследования, направленного на сравнительный анализ эффективности аутокостного материала, ксеногенного костно-пластического материала («Cerabon») и их композиций. В исследовании приняли участие 60 пациентов отдела дентальной имплантологии ФГБУ НМИЦ «ЦНИИС и ЧЛХ» Минздрава России.

Для проведения сравнительного анализа эффективности применения аутокостного материала, ксеногенного костно-пластического материала и их композиций при операции синус-лифтинга проведено обследование 60 пациентов с частичной потерей зубов и диагностированной выраженной атрофией костной ткани в дистальных отделах альвеолярного отростка верхней челюсти.

Для целей настоящего исследования основное внимание было уделено трем ключевым группам, соответствующим основным клиническим подходам, приведенным на рисунке 1.

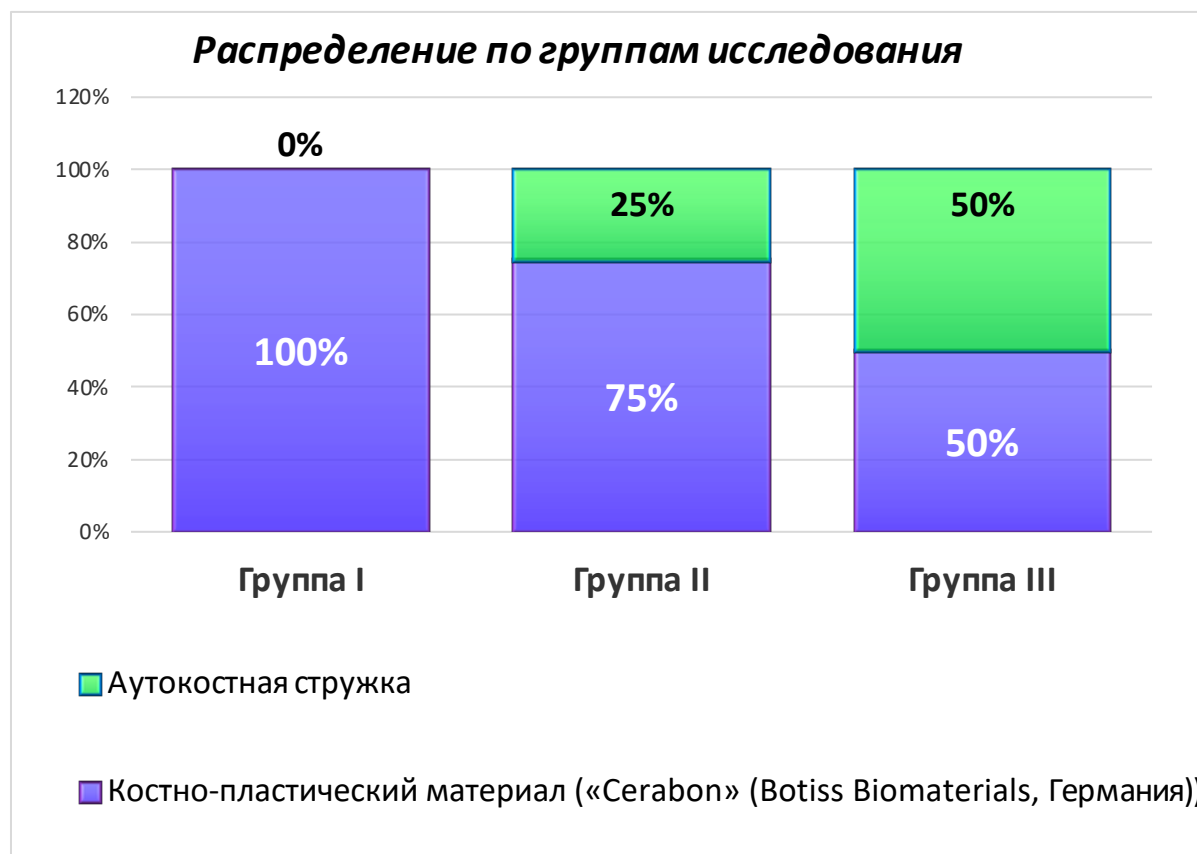


Рисунок 1. Клинические группы пациентов.

Все пациенты, включенные в исследование, были разделены на три сопоставимые группы по 20 человек в каждой. Всем пациентам проведена операция открытого синус-лифтинга и последующая дентальная имплантация.

Ключевым этапом предоперационной подготовки являлось детальное планирование с использованием методов лучевой диагностики, в частности конусно-лучевой компьютерной томографии (КЛКТ).

Ключевым дифференцирующим фактором в рамках данного проспективного исследования явился тип костно-пластического материала, примененного для заполнения сформированного субантрального пространства.

В группе I аугментация выполнялась с использованием исключительно ксеногенного костно-пластического материала («Cerabon» (Botiss Biomaterials, Германия)) (Таблица 2).

Таблица 2. Группа I – Костно-пластический материал («Cerabon» (Botiss Biomaterials, Германия)) 100%.

№ группы	Материал	Процентное соотношение
Группа I	Костно-пластический материал («Cerabon» (Botiss Biomaterials, Германия))	100%

Данный материал представляет собой высокоочищенный костный минерал, характеризующийся строго контролируемыми размерами частиц (0,5-1,0 мм) и высокой степенью кристалличности. Данный продукт является 100% минеральным компонентом и обладает идентичным человеческой кости минеральным составом. Его механизм действия основан на выраженных остеокондуктивных свойствах: трехмерная пористая структура служит каркасом для адсорбции белков плазмы, миграции остеогенных клеток и последующей неоваскуляризации. Главным преимуществом данного подхода является полное исключение этапа забора аутогенной кости, что значительно снижает травматичность вмешательства и сокращает продолжительность операции.

Во второй группе применялась композиция, состоящая из аутокостного материала (25%) и ксеногенного костно-пластического материала (75%). В качестве ксеногенного компонента использовался костно-пластический материал («CeraBon» (Botiss Biomaterials, Германия)) (Таблица 3).

Таблица 3. Группа II - Аутокостная стружка/ костно-пластический материал («CeraBon» (Botiss Biomaterials, Германия)) 25%/75%

№ группы	Материал	Процентное соотношение
Группа II.	Аутокостная стружка/ костно-пластический материал («CeraBon» (Botiss Biomaterials, Германия))	25%/75%

Сочетанное применение аутокости и ксеноматериала было направлено на достижение синергического эффекта: аутоматериал обеспечивает остеогенный и остеоиндуктивный импульс, инициируя быстрое формирование новой костной ткани, в то время как ксеногенный костный материал выполняет роль поддерживающего объема.

В третьей группе применялась композиция, состоящая из аутокостного материала и ксеногенного костно-пластического материала («CeraBon» (Botiss Biomaterials, Германия)) в соотношении 50% / 50% (50%/50%) (Таблица 4).

Таблица 4. Группа III - Аутокостная стружка/костно-пластический материал («CeraBon» (Botiss Biomaterials, Германия)) 50%/50%

№ группы	Материал	Процентное соотношение
Группа III	Аутокостная стружка/ костно-пластический материал («CeraBon» (Botiss Biomaterials, Германия))	50%/50%

Использование данного соотношения позволило оценить эффект от большего вклада остеогенного компонента (аутокости) при сохранении стабилизирующей функции ксеногенного каркаса костно-пластического материала.

В I группе пациентов установлено в общей сложности 51 дентальный имплантат, из которых два были удалены перед началом ортопедического этапа в связи с их нестабильностью, вызванной развитием периимпантита. Таким образом, выживаемость дентальных имплантатов в III группе составила 96,1%.

Шесть месяцев спустя после выполнения синуслифтинга пациентам второй группы была проведена дентальная имплантация, в результате чего было установлено 55 имплантатов. Из-за отсутствия остеоинтеграции на этапе ортопедической реабилитации удален один имплантат. Таким образом, выживаемость имплантатов среди пациентов второй группы составила 98,2%.

Шесть месяцев спустя после выполнения операции синуслифтинг пациентам третьей группы установлено 42 дентальных имплантата, и остеоинтеграция этих имплантатов составила 100%.

Для объективной и всесторонней оценки как непосредственных результатов костной пластики, так и долгосрочных изменений в структуре и плотности новообразованной костной ткани всем пациентам, включенным в исследование, проводилось контрольное рентгенологическое исследование с помощью компьютерной томографии (КТ).

В рамках данного исследования был реализован стандартизированный протокол лучевого контроля, включавший две ключевые временные точки. Первое сканирование (точка T1) выполнялось в первые сутки после операции синус-лифтинга. Его основной целью была верификация исходного состояния зоны аугментации: оценка объема, контура и равномерности распределения костно-пластического материала в созданном под мембраной Шнейдера пространстве, подтверждение правильности его расположения и отсутствия смещения в полость синуса.

Повторное контрольное КТ-исследование (точка T2-3) проводилось через 6-12 месяцев после операции. Данный временной интервал признан в литературе достаточным и оптимальным для оценки процессов консолидации и перестройки костного регенерата.

Проведенный анализ мультипланарных реконструкций (MPR) и 3D-моделей обеспечил возможность детального сравнительного денситометрического исследования. Количественная оценка плотности костного регенерата в условных единицах (у.е.) позволила получить объективные числовые данные для сравнительной оценки эффективности костно-пластических материалов и его комбинаций.

Для комплексной оценки состояния дентальных имплантатов наряду с традиционными клинико-рентгенологическими методами исследования в настоящей работе применялся объективный количественный метод – резонансно-частотный анализ (RFA), выполняемый с помощью прибора «Osstell Mentor» (производства Integration Diagnostics, Швеция).

В рамках данного исследования мониторинг стабильности дентальных имплантатов проводился в три ключевых временных точки, позволяющих отследить динамику остеоинте-

грации: первый замер осуществлялся непосредственно после установки имплантата на этапе хирургического вмешательства, что позволяло оценить уровень первичной стабильности; второй замер выполнялся через 6 месяцев после операции, что соответствует периоду активного биологического ремоделирования кости и перехода от механической к биологической стабильности; третий контрольный замер проводился через 12 месяцев после установки, что соответствует этапу завершения основных процессов остеоинтеграции и позволяет судить о достигнутой долговременной вторичной стабильности. Такой протокол динамического наблюдения предоставляет объективные данные для анализа надежности фиксации имплантатов и эффективности применяемых клинических методик.

Статистическая обработка данных проводилась с использованием стандартного пакета статистического анализа. Для количественных показателей, представленных в виде $M \pm m$ (среднее значение $\pm$ стандартная ошибка), проводилась оценка достоверности различий с помощью t-критерия Стьюдента. Для анализа качественных признаков (частоты осложнений в группах) применялись методы непараметрической статистики, в частности, критерий χ^2 (хи-квадрат). Различия считались статистически значимыми при уровне $p < 0,05$.

Морфологическое исследование костеобразования при использовании материала «Cerabon» и аутогенной костной стружки в ходе операции синус-лифтинг выполнено на базе кафедры патологической анатомии и судебной медицины ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России.

Настоящее морфологическое исследование направлено на комплексную оценку процессов регенерации костно-пластического материала после операции синус-лифтинг.

Забор биоматериала (1–3 трепанобиоптата) проводили через 180 дней после операции синус-лифтинг. Образцы фиксировали в 10 % нейтральном забуференном формалине в течение 24 часов, деминерализовали раствором Софтидек в течение 90–120 минут, проводили в гистопроцессоре «Microm», заливали в парафин на станции «Microm EC-350». Срезы толщиной 3 мкм готовили на микротоме «Thermo HM 355S», окрашивали гематоксилином и эозином на автостейнере «Leica Autostainer XL».

Микроскопический анализ выполняли на микроскопе Nikon Eclipse 50i с использованием объективов $\times 5$, $\times 10$, $\times 20$ и $\times 40$. Морфометрию и текстурный анализ проводили на Zeiss Axio с камерой AxioCam 208 и программой Zen 3.0. Оценивали BV, MatBS/BS, N.ob, N.Mat.ob, Ob.S, архитектуру трабекул, наличие некроза, фиброза и васкуляризацию.

Результаты собственных исследований и их обсуждение

Проведённое клиническое исследование с включением 60 пациентов, разделённых на три сопоставимые группы в зависимости от состава костно-пластического материала (группа I: 100% ксеногенный материал «Cerabon»; группа II: 25% аутокостная стружка + 75%

«CeraBon»; группа III: 50% аутокостная стружка + 50% «CeraBon»), позволило выявить чёткую зависимость характеристик костного регенерата и стабильности дентальных имплантатов от пропорции аутогенного и ксеногенного компонентов при открытом синус-лифтинге.

Денситометрический анализ (КЛКТ, у.е.) продемонстрировал принципиально различные паттерны ремоделирования. В группе I исходно зафиксирована наиболее высокая плотность ($979 \pm 0,3$ у.е.), что обусловлено рентгеноконтрастностью минерального матрикса ксеноматериала. Однако к 12 месяцам наблюдения отмечено закономерное снижение показателя до $896 \pm 0,2$ у.е., что отражает процесс биodeградации ксеногенного каркаса и его замещения собственной, менее плотной костной тканью (таблица 5).

В группе II выявлена качественно иная динамика: исходная плотность ($857 \pm 0,2$ у.е.) за счёт включения рентгенопрозрачного аутогенного компонента, затем выраженный прирост к 6 месяцам ($998 \pm 0,3$ у.е.) и стабилизация на высоком уровне к 12 месяцам ($958 \pm 0,1$ у.е.) (таблица 6).

Группа III продемонстрировала наиболее благоприятную динамику: несмотря на самую низкую исходную плотность ($691 \pm 0,1$ у.е.), зафиксирован максимальный и устойчивый прирост до $898 \pm 0,1$ у.е. к 6 месяцам и до $926 \pm 0,6$ у.е. к 12 месяцам. Данная восходящая динамика является прямым свидетельством активного синергического эффекта при равном соотношении компонентов (таблица 7).

Таблица 5. Сравнительная динамика плотности костного регенерата (у.е.) у группы I по данным КЛКТ в отдаленные сроки наблюдения.

% соотношение ауто/ Ксенопластический материал	КЛКТ сразу	КЛКТ через 6 месяцев	КЛКТ через 12 месяцев
Костно-пластический материал («CeraBon» (Botiss Biomaterials, Германия)) 100%	Среднее: $979 \pm 0,3$ у.е.	Среднее: $933 \pm 0,2$ у.е.	Среднее: $896 \pm 0,2$ у.е.
	Минимум: $688 \pm 0,1$ у.е.	Минимум: $482 \pm 0,1$ у.е.	Минимум: $367 \pm 0,3$ у.е.
	Максимум: $1435 \pm 0,4$ у.е.	Максимум $1320 \pm 0,1$ у.е.	Максимум: $1253 \pm 0,4$ у.е.

Таблица 6. Сравнительная динамика плотности костного регенерата (у.е.) у группы II по данным КЛКТ в отдаленные сроки наблюдения.

% соотношение ауто/ костно-пластический ма-	КЛКТ сразу	КЛКТ через 6 месяцев	КЛКТ через 12 месяцев
---	------------	----------------------	-----------------------

териал			
Аутокостная стружка 25% Костно-пластический материал («Cerabon» (Botiss Biomaterials, Германия)) 75%	Среднее: 857±0,2 у.е.	Среднее: 998±0,3 у.е.	Среднее: 958 ±0,1 у.е.
	Минимум: 531±0,4 у.е.	Минимум: 496 ±0,1 у.е.	Минимум: 385 ±0,5 у.е.
	Максимум: 1181±0,6 у.е.	Максимум: 1440 ±0,2 у.е.	Максимум: 1330±0,2 у.е.

Таблица 7. Сравнительная динамика плотности костного регенерата (у.е.) у группы III по данным КЛКТ в отдаленные сроки наблюдения.

% соотношение ауто/ ксенопластический материал	КЛКТ сразу	КЛКТ через 6 месяцев	КЛКТ через 12 месяцев
Аутокостная стружка 50% / костно-пластический материал («Cerabon» (Botiss Biomaterials, Германия)) 50%	Среднее: 691±0,1 у.е.	Среднее: 898±0,1у.е.	Среднее: 926 ±0,6 у.е.
	Минимум: 281±0,1 у.е.	Минимум: 480±0,2 у.е.	Минимум: 442 ±0,1 у.е.
	Максимум: 1032±0,1 у.е.	Максимум: 1187±0,4 у.е.	Максимум: 1234±0,2 у.е.

Резонансно-частотный анализ (RFA) выявил отчётливую зависимость динамики стабильности имплантатов от состава костно-пластического материала. В группах I и II зафиксированы высокие показатели первичной стабильности (78,3±0,4 и 76,3±0,4 ISQ соответственно) с умеренным последующим приростом. В группе III, напротив, первичная стабильность была статистически ниже (73,5±0,1 ISQ), что обусловлено изначально менее плотной костной структурой. Однако именно в этой группе наблюдался наиболее выраженный и прогрессирующий прирост вторичной стабильности: к 6 месяцам показатель достиг 85,2±0,3 ISQ, а к 12 месяцам — максимального значения 87,3±0,1 ISQ, что превысило показатели групп I (80,5±0,1 ISQ) и II (85,5±0,3 ISQ) (рисунок 2).

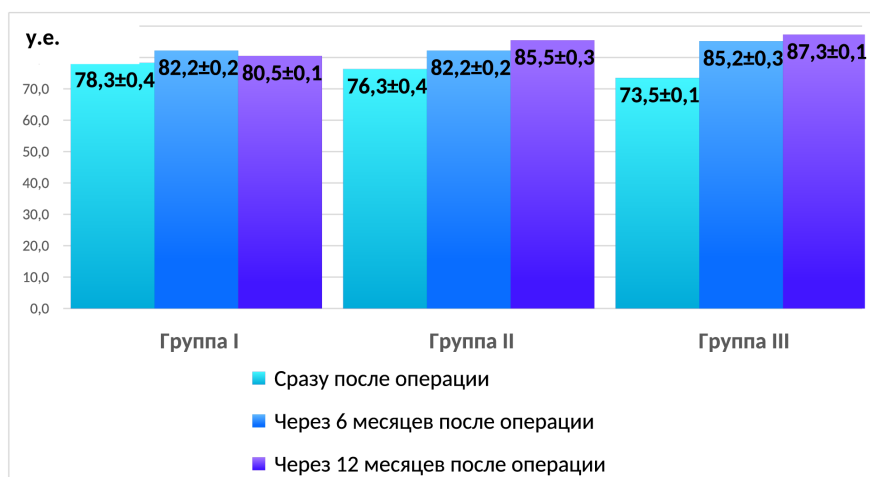


Рисунок 2. Динамика средних значений коэффициента стабильности имплантата (ISQ, у.е.) в сравниваемых группах на различных этапах наблюдения

Морфологическое исследование через 180 дней после операции показало, что во всех группах репаративный остеогенез протекает по типу прямого остеогенеза, однако с существенными различиями в качестве формируемой костной ткани.

В группе I материал представлен зрелой губчатой костной тканью с трабекулярной структурой, однако в межбалочных пространствах определяются участки фиброза и очаги остеопластического материала с признаками продолжающейся перестройки (рисунок 3-5). Морфометрически объём новообразованной кости (BV) составил 25,75%, относительная площадь контакта кости с материалом (MatBS/BS) — 67,60% (таблица 8).

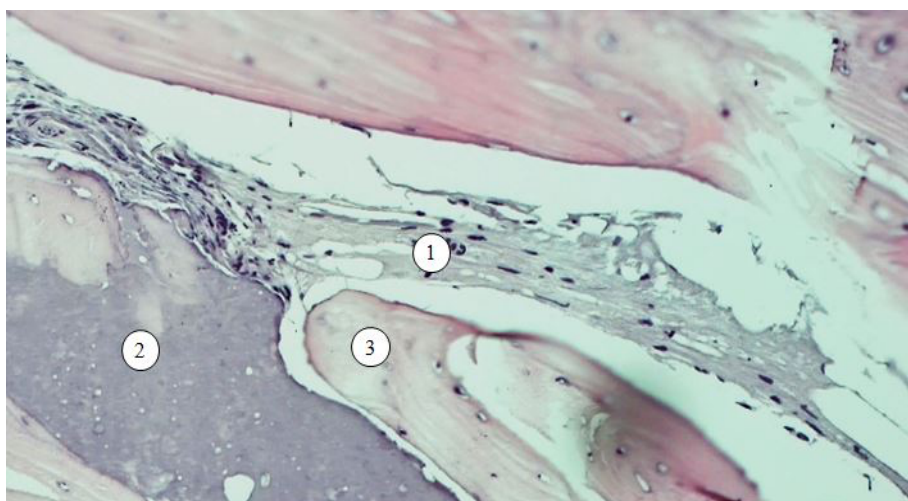


Рисунок 3. Рыхлая волокнистая соединительная ткань (1), остеоид с костными пластинками и остеопластическим материалом (2), новообразованная костная ткань (3) в I группе. Окраска гематоксилин - эозин, ув. 200.

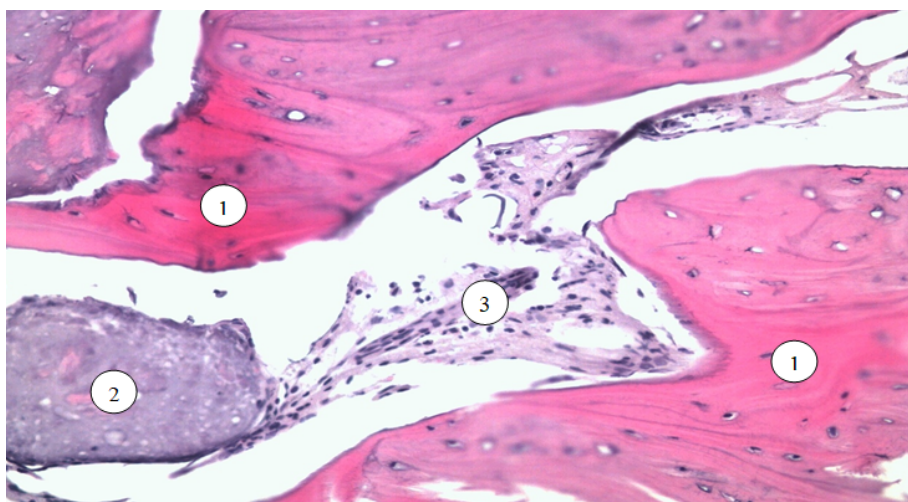


Рисунок 4. Новообразованная костная ткань (1), остеоид с костными пластинками и остеопластическим материалом (2), рыхлая волокнистая соединительная ткань (3) в I группе. Окраска гематоксилин - эозин, ув. 200.

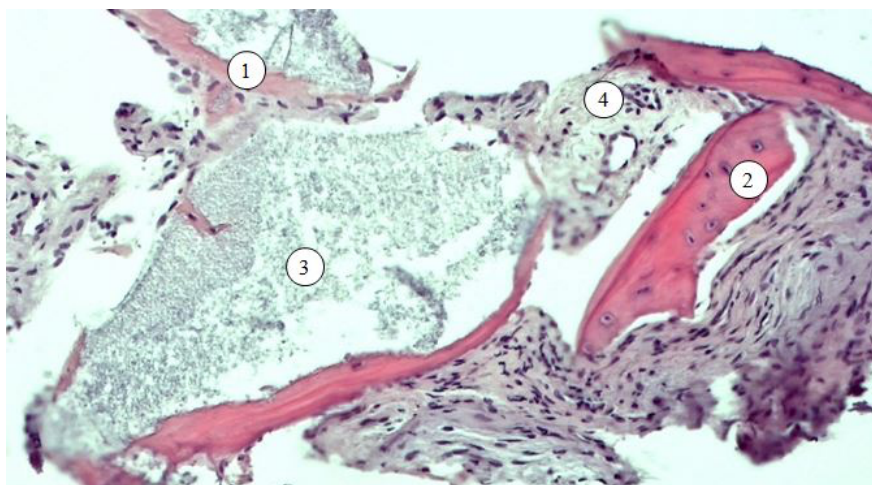


Рисунок 5. Формирующаяся костная ткань (1), зрелая костная ткань (2), ксеногенный материал (3), рыхлая соединительная ткань (4) в I группе. Окраска гематоксилин - эозин, ув. 200.

В группе II образцы представлены зрелой губчатой костью, межбалочные пространства содержат рыхлую волокнистую соединительную ткань, остеобластическая активность выражена (рисунок 6-8). BV достиг 29,50%, MatBS/BS — 65,40% (таблица 10).

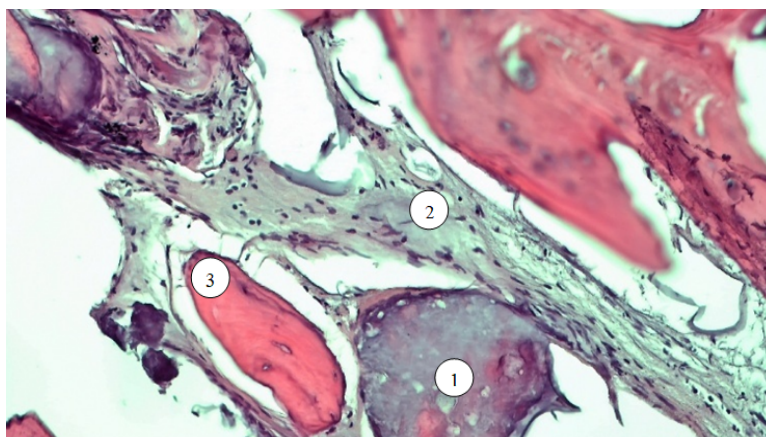


Рисунок 6. Остеоид с остеопластическим материалом и костными пластинками (1), рыхлая волокнистая соединительная ткань (2), зрелая костная ткань (3) во II группе. Окраска гематоксилин - эозин, ув. x200.

Таблица 8. Морфометрическая характеристика поверхности костного регенерата, оценка клеточного состава и относительных объемных долей основных компонентов костного регенерата трепанобиоптата I группы через 180 дней после операции синус-лифтинг.

Показатель	N.ob	N.Mf	N.Mat.ob	BV (%)	FbV (%)	MatV (%)	Ob.S	Mat.OB.S/Mat.S (%)	MatBS/BS (%)
Значение	34,00	17,00	22,00	25,75	10,30	17,50	1,75	1,50	67,60

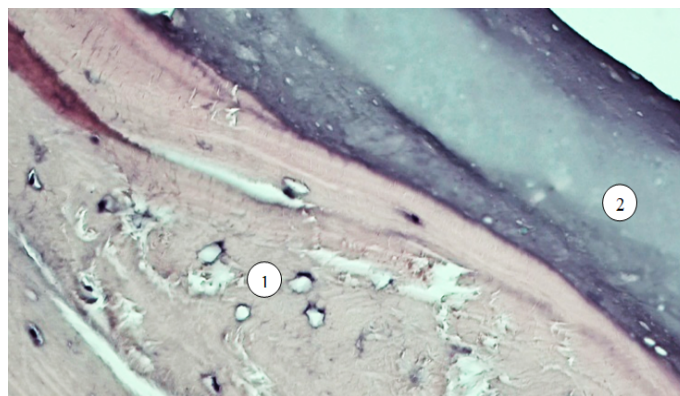


Рисунок 7. Новообразованная костная ткань (1) в контакте с остеопластическим материалом (2) во II группе. Окраска гематоксилин - эозин, ув. х400.

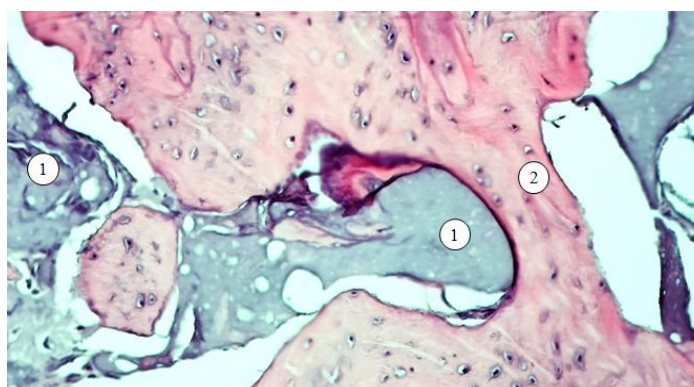


Рисунок 8. Остеоид с костными пластинками и остеопластическим материалом (1), зрелая костная ткань (2) во II группе. Окраска гематоксилин - эозин, ув. х400.

Таблица 9. Морфометрическая характеристика поверхности костного регенерата, оценка клеточного состава и относительных объемных долей основных компонентов костного регенерата через 180 дней после операции синус-лифтинг у пациентов II группы.

Показатель	N.ob	N.Mf	N.Mat.ob	BV (%)	FbV (%)	MatV (%)	Ob.S	Mat.Ob.S/Mat.S (%)	MatBS/BS (%)
Значение	31,00	15,00	25,00	29,50	10,40	23,25	1,90	1,60	65,40

В группе III определяются участки хорошо выраженной губчатой кости с зрелой структурой, межбалочные пространства заполнены рыхлой соединительной тканью с очагами липоцитов и капиллярами, остеобластическая активность максимальна (рисунок 9-11). BV составил 34,50%, MatBS/BS — 70,20%, что является наивысшим показателем среди всех групп (таблица 10).

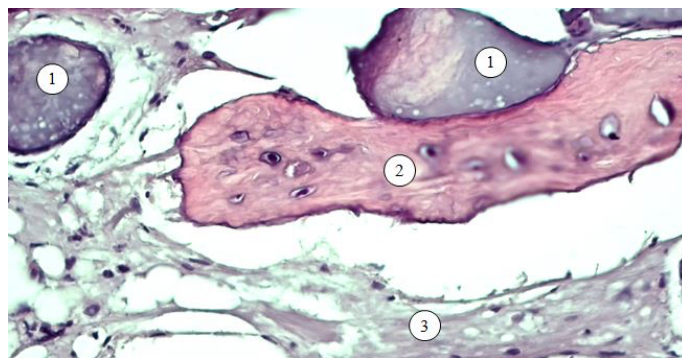


Рисунок 9. Остеоид с костными пластинками и остеопластическим материалом (1), новообразованная костная ткань (2), рыхлая соединительная ткань с остеопластическим материалом (3) в III группе. Окраска гематоксилин - эозин, ув. x400

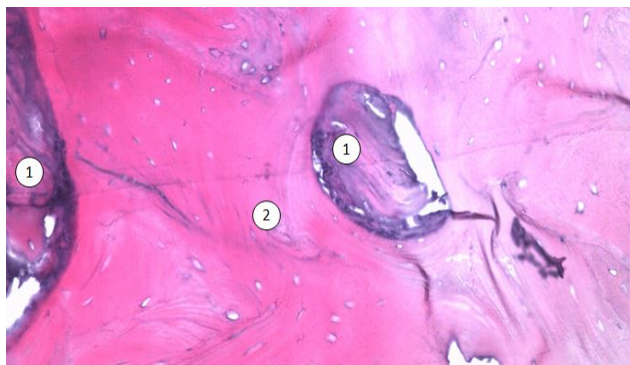


Рисунок 10. Костные пластинки с остеоидом (1), формирующаяся костная ткань (2) в III группе. Окраска Г+Э, ув. x400

Таблица 10. Морфометрическая характеристика поверхности костного регенерата, оценка клеточного состава и относительных объемных долей основных компонентов костного регенерата через 180 дней после операции синус-лифтинг у пациентов III группы.

Показатель	N.ob	N.Mf	N.Mat.ob	BV (%)	FbV (%)	MatV (%)	Ob.S	Mat.Ob.S/ Mat.S (%)	MatBS/ BS (%)
Значение	35,00	14,00	23,00	34,50	12,10	19,75	2,10	1,40	70,20

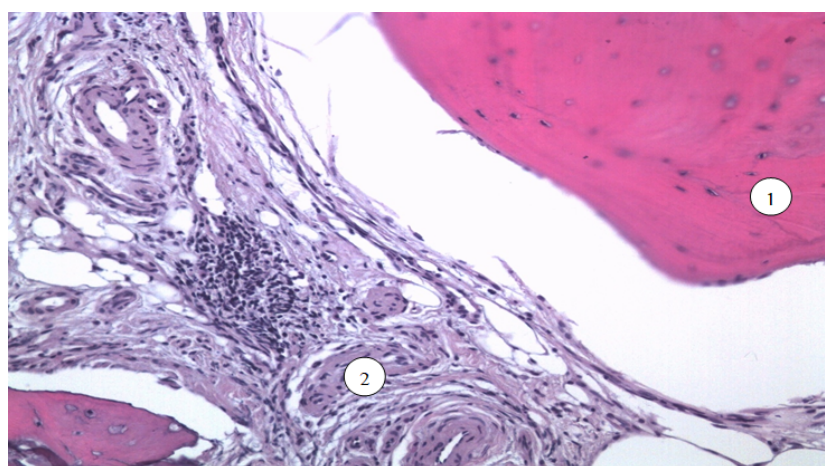


Рисунок 11. Новообразованная костная ткань (1), ретикулярная строма (2) в III группе. Окраска гематоксилин - эозин, ув. x200.

Полученные данные позволили установить прямую корреляцию между показателем MatBS/BS и качеством ремоделирования: при $\text{MatBS/BS} \geq 70\%$ (группа III) наблюдается физиологичная картина репаративного остеогенеза с сохранением нормальной архитекто-

ники и васкуляризации; при значениях 65–67% (группа I) возможны локальные нарушения регенерации, включая участки некроза; при $\text{MatBS/BS} < 65\%$ (группа II) выявлены признаки дезорганизации костного матрикса (рисунок 12).

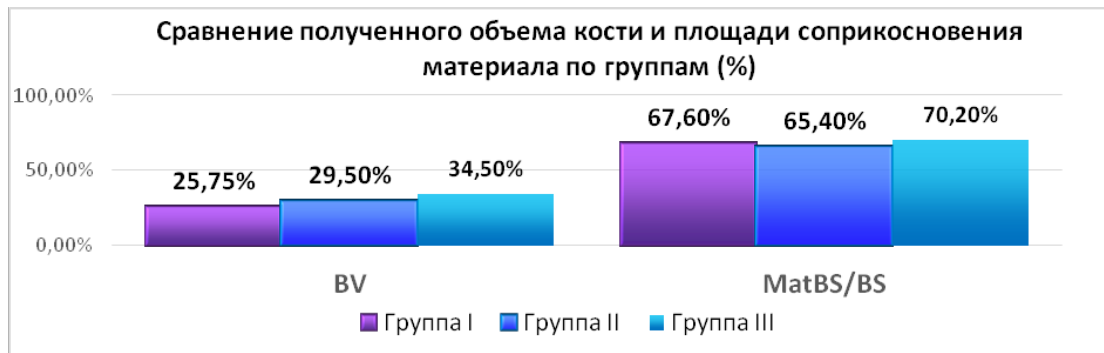


Рисунок 12 Сравнение полученного объема кости и площади соприкосновения материала по группам (%).

Клинические результаты дентальной имплантации продемонстрировали выживаемость имплантатов 96,1% в группе I, 98,2% в группе II и 100% в группе III. Анализ вертикальной резорбции альвеолярной кости через 12 месяцев выявил, что доля имплантатов с выраженной и резко выраженной резорбцией составила 11,9% в группе I, 13,0% в группе II и 14,3% в группе III. При этом группа III, показавшая несколько более высокую частоту выраженной резорбции, одновременно достигла наивысших показателей вторичной стабильности ISQ, что указывает на отсутствие прямой линейной корреляции между этими параметрами при физиологическом уровне резорбции (рисунок 13-17).

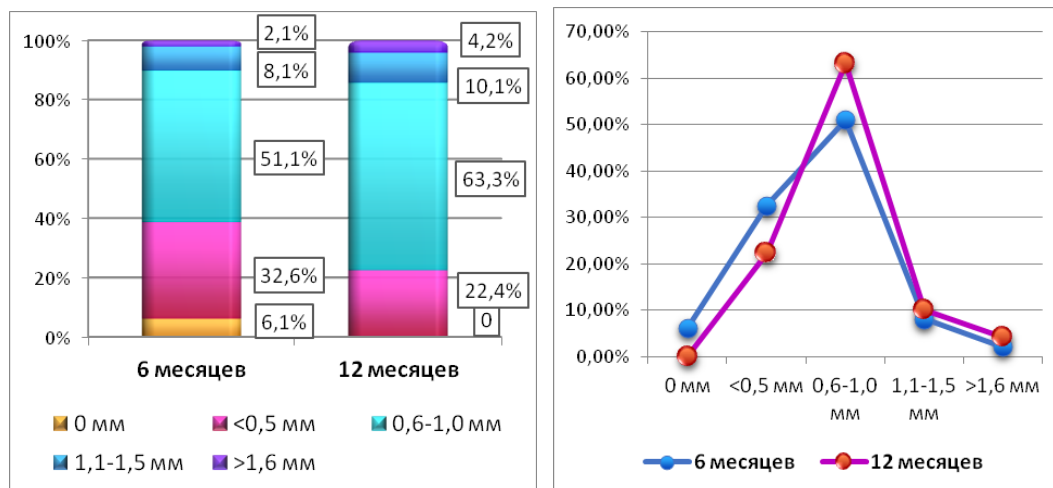


Рисунок 13. Изменение высоты резорбции альвеолярной кости челюстей вокруг дентальных имплантатов у пациентов I группы (m – общее количество имплантатов; m=49).

Таким образом, по результатам проведенного исследования установлено, что применение композиции аутокостного материала и ксеногенного материала «Cerabon» в соотношении 50%/50% обеспечивает оптимальный баланс между скоростью регенерации и сохранностью объема трансплантата. Несмотря на статистически значимо более низкие показатели первичной стабильности имплантатов в данной группе ($73,5 \pm 0,1$ ISQ), к 12 месяцам наблюдения достигаются наивысшие показатели вторичной стабильности ($87,3 \pm 0,1$ ISQ), максимальный объем новообразованной костной ткани ($\text{BV} = 34,50\%$) и её наилучшая интеграция

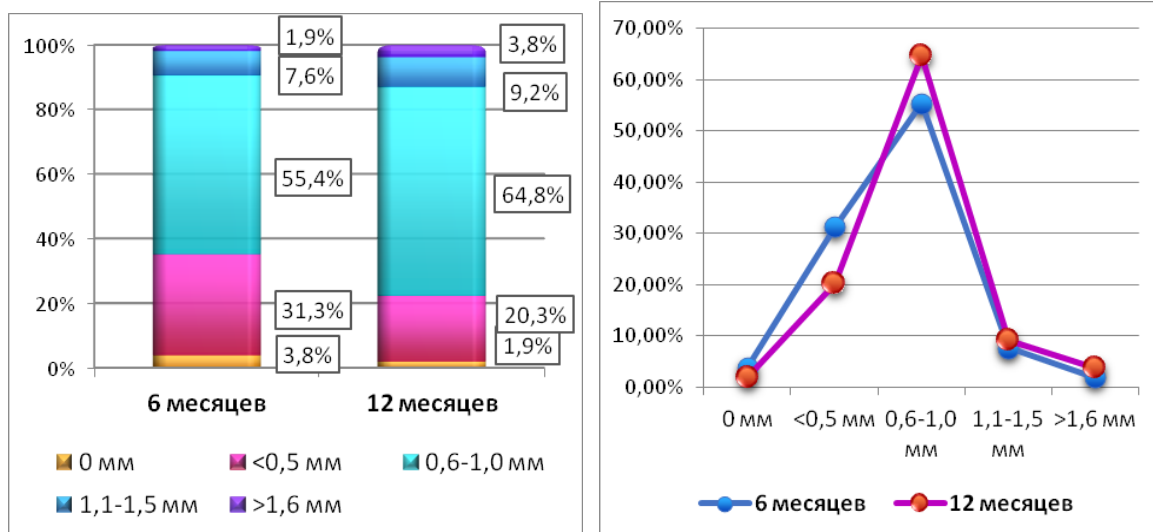


Рисунок 14. Изменения в уровне резорбции альвеолярной костной ткани в области имплантатов у пациентов II группы (m — количество имплантатов; m = 54)

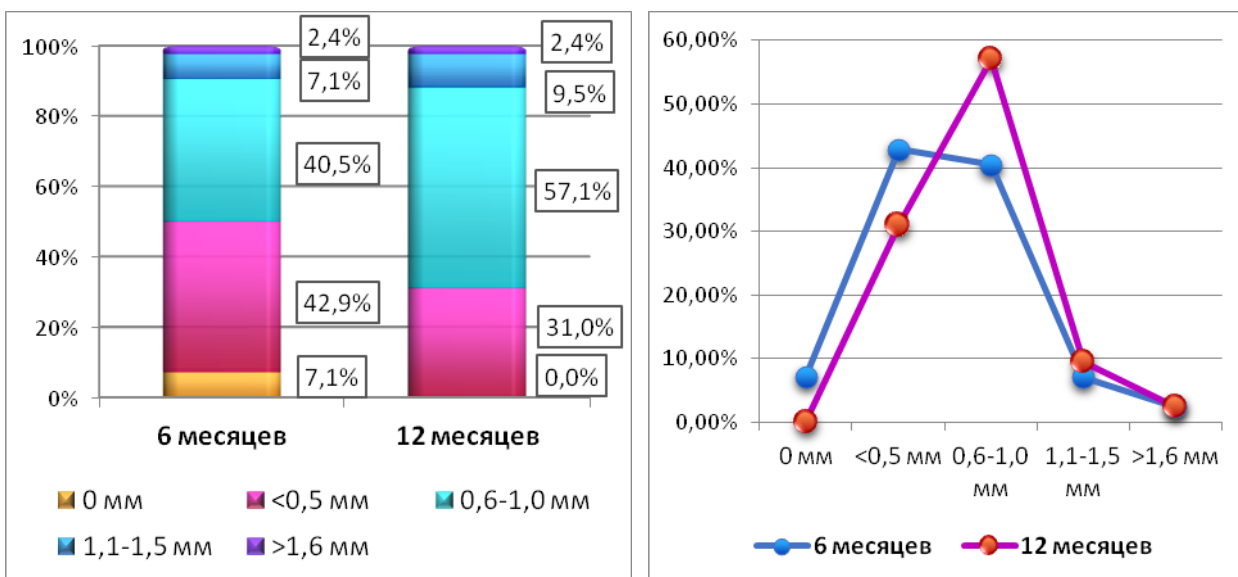


Рисунок 15. Изменение резорбции альвеолярной костной ткани по высоте в области имплантатов у пациентов группы III (m — количество имплантатов; m = 42).

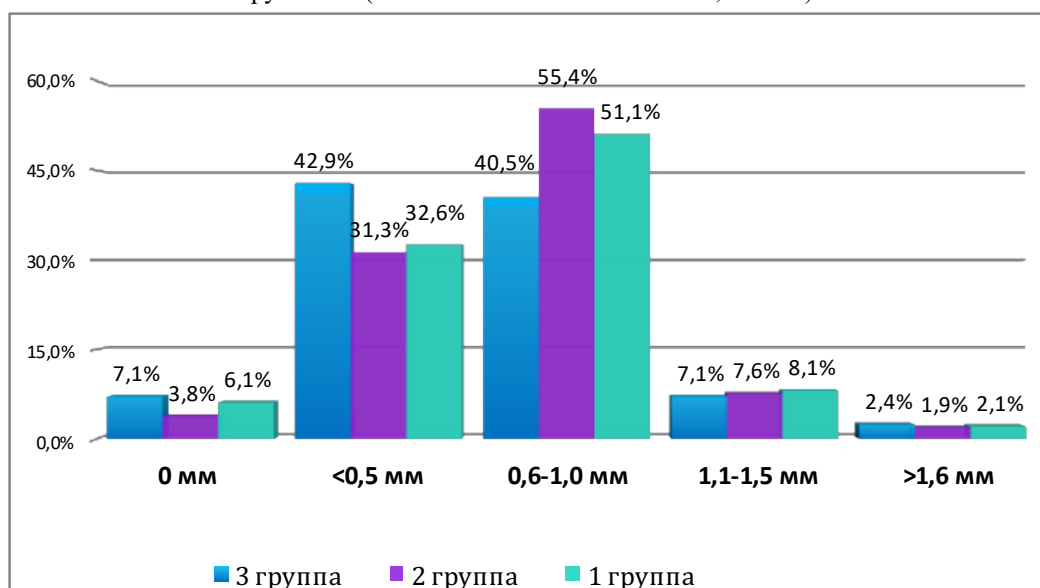


Рисунок 16. Степени выраженности резорбции альвеолярной кости челюстей по высоте в области денальных имплантатов у пациентов I-й, II-й и III-й группы через 6 месяцев после денальной имплантации.

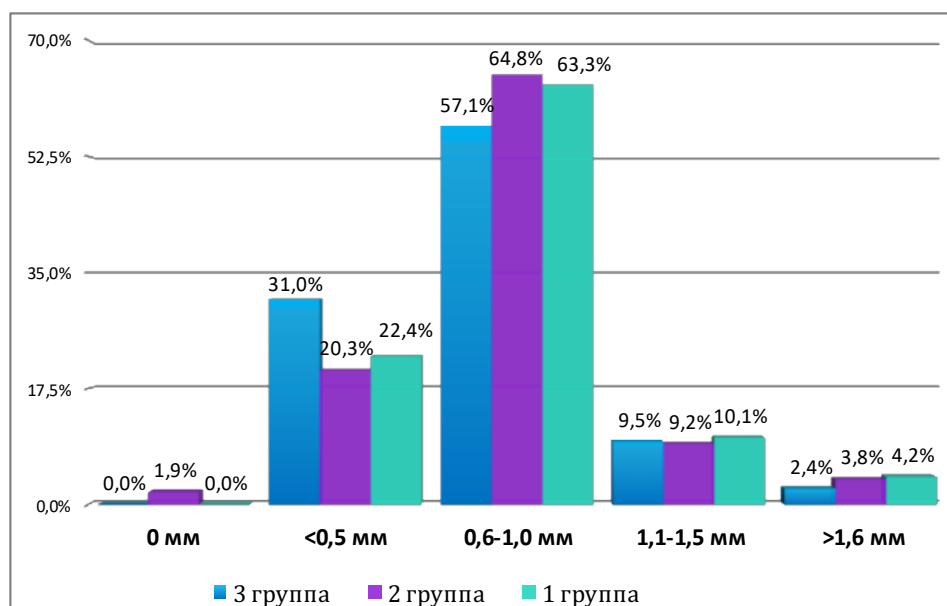


Рисунок 17. Степени выраженности резорбции альвеолярной кости по высоте в области дентальных имплантатов у пациентов I-й, II-й и III-й группы через 12 месяцев после дентальной имплантации.

с материалом (MatBS/BS = 70,20%) при полном сохранении архитектуры и отсутствии некроза и фиброза. Морфологическими критериями успешной регенерации при синус-лифтинге являются: $BV \geq 34\%$, $MatBS/BS \geq 70\%$, $N.ob \geq 35$, отсутствие некроза и фиброза в межбалочных пространствах, сохранение васкуляризации и элементов костного мозга. Сбалансированная комбинация аутогенной и ксеногенной кости в равном соотношении может быть рекомендована как наиболее предпочтительный метод аугментации дна верхнечелюстного синуса, обеспечивающий формирование биомеханически полноценного костного регенерата, максимально приближенного по характеристикам к нативной кости пациента, что создаёт оптимальные условия для успешной остеоинтеграции дентальных имплантатов в отдалённом послеоперационном периоде.

Выводы

1. Комплексное сравнительное исследование трёх стратегий открытого синус-лифтинга (100% ксеногенный костно-пластический материал «CeraBon»; композиции 25%/75% и 50%/50% аутокости и «CeraBon») продемонстрировало, что все подходы обеспечивают формирование костного регенерата. Однако комбинация аутокости и ксеноматериала в равном соотношении (50%/50%) показала статистически значимое превосходство по ключевым интегральным показателям: динамике роста плотности кости (денситометрия в у.е), морфологическому качеству костного регенерата и уровню вторичной стабильности имплантатов (ISQ), что подтверждает синергетический эффект от сочетания остеогенного потенциала аутографта и остеокондуктивного каркаса ксеноматериала.

2. Резонансно-частотный анализ (RFA) выявил четкую зависимость динамики стабильности имплантатов (ISQ) от состава костно-пластического материала. Группы с преобладанием ксеноматериала (100% и 75%) демонстрировали высокую первичную стабильность (~78.3 ISQ) с умеренным последующим ростом. В то время как группа с композицией 50%/50%, несмотря на более низкую первичную стабильность (73.5 ISQ), показала наиболее выраженный рост стабильности, достигнув к 12 месяцам максимального значения 87.3 ISQ. Это свидетельствует о более активном и эффективном процессе костного ремоделирования и остеоинтеграции при использовании комбинации аутогенной и ксеногенной кости.

3. Денситометрический анализ (КЛКТ, у.е.) подтвердил различный характер ремоделирования костного регенерата. Использование 100% ксеноматериала приводило к высокой исходной плотности ($979 \pm 0,3$ у.е.) с последующим закономерным снижением ($896 \pm 0,2$ у.е. к 12 месяцам) в процессе регенерации. Комбинированные материалы, напротив, демонстрировали устойчивый рост плотности кости. Наиболее благоприятная динамика отмечена в группе 50%/50%: значительный рост с $691 \pm 0,1$ у.е. до $926 \pm 0,6$ у.е. за 12 месяцев, что указывает на активное формирование зрелой, минерализованной костной ткани. Композиция 25%/75% также показала положительную динамику, стабилизировавшись на высоком уровне ($958 \pm 0,1$ у.е.).

4. Морфологическое исследование подтвердило активный остеогенез во всех группах, однако выявило существенные различия в качестве регенерата. В группе I (100% «CeraBon») объем новообразованной кости (BV) составил 25,75%, при этом наблюдались участки некроза и фиброза, а показатель интеграции MatBS/BS достиг 67,60%. В группе II (25% аутокости / 75% «CeraBon») BV составил 29,50%, но отмечены зоны дезорганизации матрикса при MatBS/BS = 65,40%. Наилучшие результаты зафиксированы в группе III (50%/50%): BV достиг 34,50–36,25%, MatBS/BS – 70,20–71,60%, гистоархитектоника полностью сохранена, отсутствуют некроз и фиброз.

5. Установлены морфологические критерии успешной регенерации при операции синус-лифтинг: объем новообразованной костной ткани $BV \geq 34\%$, относительная площадь контакта кости с материалом MatBS/BS $\geq 70\%$, количество остеобластов $N.ob \geq 35$, отсутствие некроза и фиброза в межбалочных пространствах, сохранение васкуляризации и элементов костного мозга.

6. Доказана прогностическая значимость показателя MatBS/BS: при значениях $< 65\%$ высок риск дезорганизации костного матрикса (группа II); при 65–67% возможны локальные нарушения регенерации, включая участки некроза (группа I); при $> 70\%$ наблюдается физиологичное ремоделирование с формированием стабильного регенерата (группа III). Этот показатель может служить объективным критерием оценки успешности операции синус-лифтинга на морфологическом уровне.

Практические рекомендации

1. При планировании операции синус-лифтинга рекомендуется отдавать предпочтение комбинированным костно-пластическим материалам, содержащим аутокостную стружку. Применение композиций аутокость и ксеноматериал обеспечивает более устойчивую и выраженную положительную динамику плотности костного регенерата, а также улучшает качество его структурной организации по сравнению с использованием только ксеноматериала. Наиболее выраженный прирост отмечается при составе 50% / 50%, который демонстрирует увеличение плотности с $691 \pm 0,1$ у.е. до $926 \pm 0,6$ у.е. за год.

2. Для необходимости ускорения процессов репаративного остеогенеза и формирования раннего костного объёма следует включать в состав ксеногенного костного материала не менее 25% аутокостного материала. Композиция 25% аутокость / 75% ксеноматериал обеспечивает существенный рост плотности к 6 месяцам (до $998 \pm 0,3$ у.е.) и стабилизацию структуры к году, что делает её эффективной.

4. Для улучшения прогнозируемости результатов рекомендуется проводить КЛКТ-контроль в основные сроки: сразу после операции, через 6 месяцев и через 12 месяцев. Эти периоды наиболее информативны для оценки биоинтеграции, зрелости костного регенерата и определения оптимальных сроков имплантации.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

1. Брайловская Т.В., Чередников С.М. Сравнительный анализ результатов синус-лифтинга при использовании аутогенной костной стружки, ксеногенного материала и их композиций на основе данных клинико-лучевой диагностики. Российский вестник дентальной имплантологии. - 2026. - № 1 (71). - С. 62-70.
2. Брайловская Т.В., Чередников С.М. Сравнительный анализ результатов применения аутокостного материала, ксеногенного костно-пластического материала и их композиции при операции синус-лифтинг. Стоматология для всех / International Dental Review. - 2026. - № 1 (114). - С. 22-26. - DOI: 10.35556/idr-2026-1(114)22-26.
3. Брайловская Т.В., Чередников С.М. Сравнительный анализ динамики стабильности дентальных имплантатов методом резонансно-частотного анализа при использовании различных композиций аутогенной и ксеногенной кости. Стоматология для всех / International Dental Review. - 2026. - № 2 (115). - С. 4-8. - DOI: 10.35556/idr-2026-2(115)4-8.
4. Чередников С.М., Брайловская Т.В., Зайцева Л.Н., Петрунина Е.М., Волошина О.А., Марченко С.В., Шарова С.А. Морфометрическая и рентгенологическая оценка репаративного остеогенеза в зависимости от состава остеопластического материала при открытом синус-лифтинге. Проблемы стоматологии. - 2026. - Т. 22, № 2. - С. 139-146. - DOI: 10.18481/2077-7566-2026-22-2-139-146.

5. Чередников С.М., Брайловская Т.В., Зайцева Л.Н., Петрунина Е.М., Захаров М.А., Шарова С.А. Сравнительная морфологическая характеристика репаративного остеогенеза при использовании различных композиций костнопластического материала в ходе синус-лифтинга. Саратовский научно-медицинский журнал. - 2026. - Т. 22, № 2. - С. 159-166. - EDN BHESEN. - DOI: 10.15275/ssmj2202159.
6. Брайловская Т.В., Чередников С.М., Лебедь Н.Н. Влияние состава костнопластического материала на формирование костного регенерата и стабильность дентальных имплантатов при открытом синус-лифтинге. Клиническое исследование. Медицинский вестник МБД. — 2026. - № 5 (144),- С. 5-9.- Doi: 10.52341/20738080_2026_144_5_5.
7. Чередников С.М. Сравнительная оценка применения аутокостного материала и композиции аутокостного материала с ксеногенным остеопластическим материалом при операции синус-лифтинг перед дентальной имплантацией. Стоматология. - 2024.- Т. 103, № 3. - С. 78.
8. Чередников С.М., Брайловская Т.В. Сравнительная оценка репаративного остеогенеза при различных композициях костнопластических материалов в ходе синус-лифтинга. Тезисы докладов конференции «Актуальные вопросы стоматологии». - Москва, 15 апреля 2026 г. - С. 151.
9. Чередников С.М., Брайловская Т.В., Зайцева Л.Н., Петрунина Е.М., Фоминых П.А. Морфологическая характеристика костного регенерата после синус-лифтинга с применением ксеногенного костнопластического материала и аутокостной стружки. Материалы XI Международной конференции «Медицинское образование, наука, практика». - Екатеринбург, 15-16 апреля 2026 г. - Т. 1. - С. 1113-1117.
10. Чередников С.М., Брайловская Т.В., Михайлова А.П., Зайцева Л.Н., Петрунина Е.М., Марченко С.В., Карпова М.Н. Влияние состава костнопластического материала на формирование костного регенерата и стабильность дентальных имплантатов при синус-лифтинге. Материалы XI Международной конференции «Медицинское образование, наука, практика». - Екатеринбург, 15-16 апреля 2026 г. - С. 1089-1093.
11. Чередников С.М., Брайловская Т.В., Зайцева Л.Н., Богданова А.М., Петрунина Е.М., Марченко С.В., Волошина О.А. Оценка риска осложнений при синус-лифтинге с использованием прогностической шкалы. Научная сессия ПГМУ им. академика Е.А. Вагнера: материалы научно-практической конференции. - Пермь, 23-24 апреля 2026 г. - С. 457.
12. Чередников С.М., Брайловская Т.В., Шарова С.А., Богданова А.М., Пятибратов Д.А., Марченко С.В., Лебедь Н.Н. Топографическая анатомия верхнечелюстной (гайморовой) пазухи: клинко-анатомические аспекты. Вестник оперативной хирургии и топографической анатомии. - 2026. - Т. 7, № 1 (17). - С. 49-55.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

Абс. – абсолютные значения

у. е. – условная единица

КЛКТ – конусно-лучевая компьютерная томография

ОПТГ – ортопантомография

BMPs – (Bone Morphogenetic Proteins) костные морфогенетические белки

FDBA – (Freeze-Dried Bone Allograft) лиофилизированная кость

DFDBA – (Freeze-Dried Bone Allograft) деминерализованная лиофилизированная кость

DBB – (Deproteinized Bovine Bone) депротеинизированная бычья кость

MPR – мультипланарная реконструкция

N.ob – среднее количество остеобластов, на поверхности остеопластического материала

N.Mf – среднее количество макрофагов в строме межбалочных пространств

N.Mat.ob – среднее количество остеобластов, контактирующих с поверхностью гранул материала

BV (bone volume, %) – объёмная доля минерализованной костной ткани в общем объёме биоптата

FbV (fibroustissue volume, %) – объёмная доля фиброретикулярной ткани;

MatV (material volume, %) – объёмная доля остаточного остеопластического материала;

Ob.S(osteoblast surface) – удельная поверхность кости, покрытая активными остеобластами

Mat.Ob.S/Mat.S (%) – доля поверхности материала, занятая остеобластами

MatBS/BS (material-bonecontact, %) – относительная площадь контакта новообразованной кости с поверхностью материала