

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
СТОМАТОЛОГИИ И ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ХИРУРГИИ»  
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

*На правах рукописи*

**ЗЕДГЕНИДЗЕ АЛЕНА МИХАЙЛОВНА**

Аутотрансплантация зубов у взрослых пациентов

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

3.1.7. – Стоматология

Научный руководитель:  
доктор медицинских наук  
**Бадалян Вардигер Агабековна**

Москва – 2021

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>4</b>
<b>ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ</b>	
1.1. История развития аутотрансплантации зубов.....	11
1.2. Механизмы, лежащие в основе аутотрансплантации	
1.2.1. Механизмы заживления периодонтальной связки.....	15
1.2.2. Механизмы резорбции корня.....	24
1.3. Современные протоколы аутотрансплантации зубов	
1.3.1. Подготовка к операции .....	27
1.3.2. Получение трансплантата .....	28
1.3.3. Хранение трансплантата .....	30
1.3.4. Стимулирование роста периодонтальных волокон.....	32
1.3.5. Подготовка реципиентной зоны.....	34
1.3.6. Позиционирование и шинирование трансплантата.....	36
1.3.7. Послеоперационный период .....	37
1.3.8. Ортодонтическое вытяжение трансплантатов.....	38
1.3.9. Стереолитографическое прототипирование.....	39
1.4 Оценка результатов аутотрансплантации .....	41
<b>ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ</b>	
2.1. Характеристика пациентов.....	47
2.2. Структура исследования .....	52
2.3. Хирургический этап аутотрансплантации.....	52
2.4. Терапевтические этапы аутотрансплантации.....	58
2.5. Послеоперационный протокол наблюдения.....	61
2.6. Метод стереолитографического прототипирования 3D-моделей трансплантируемых зубов.....	64
2.7. Определение функционального состояния периодонта трансплантированных зубов методом периотестометрии.....	65
2.8. Методы рентгенологических исследований.....	67

2.9. Статистические методы обработки полученных результатов.....	70
<b>ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ</b>	
3.1. Результаты клинико-лабораторных исследований .....	72
3.1.1. Оценка демпфирующей способности периодонта аппаратом Периотест.....	74
3.1.2. Клиническое исследование глубины зубо-десневого прикрепления.....	75
3.1.3. Результаты рентгенологических исследований.....	77
3.2. Метод формирования костного ложа с помощью индивидуальной насадки для пьезохирургического наконечника .....	80
3.3. Исследование точности стереолитографического протопитивирования 3D-моделей трансплантируемых зубов.....	81
3.4. Анализ влияния общих и местных факторов на прогноз успешности проведения операции аутотрансплантации зубов.....	86
3.5. Алгоритм манипуляций при аутотрансплантации.....	94
3.6. Клинический пример.....	96
<b>ГЛАВА 4. ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ.....</b>	<b>102</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....</b>	<b>112</b>
<b>ВЫВОДЫ.....</b>	<b>113</b>
<b>ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....</b>	<b>114</b>
<b>СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ .....</b>	<b>115</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ .....</b>	<b>116</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

### **Актуальность темы**

В настоящее время методики восстановления дефектов зубного ряда претерпевают существенные изменения. Несмотря на то, что дентальная имплантология успешно развивается и в большинстве случаев решает задачи реабилитации пациентов с отсутствием зубов, клиницисты продолжают сталкиваться с такими осложнениями, как постоперационная боль, отек, воспалительные явления, отторжение имплантатов (Кулаков А.А., 2012; Derks, Tomasi, 2015). Необходимо отметить, что дентальная имплантация также имеет возрастные ограничения, например у детей, подростков и молодых пациентов с продолжающимся формированием скелета. В этих случаях использование метода дентальной имплантации может быть связано с такими поздними осложнениями как инфраокклюзия и остановка роста кости в зоне дефекта. У этих категорий пациентов аутотрансплантация является предпочтительным вариантом восстановления дефекта зубного ряда. (Andreasen, Paulsen et al. 1990; Paulsen 2001).

Все больше исследований последних лет направлено на развитие биологических методов восстановления зубов таких как аутотрансплантация искусственно выращенных зубных зачатков (Ono и др., 2017; Yang и др., 2016), способам консервации и сохранения жизнеспособности клеток трансплантата (Байриков И.М., 2014; Хасанов, 2007), а также способов использования периодонтальной связки с целью получения остеоиндуктивного эффекта (Chen и др., 2016; Moshaverinia и др., 2014).

Интерес к развитию биологических методов лечения делает зубосохраняющие операции все более востребованными (Кулаков А.А., 2010), а также приводит к необходимости создания прогнозируемых методов лечения, которые могут стать надежным дополнением к имплантологическому лечению.

Методика аутотрансплантации зубов у взрослых подразумевает под собой пересадку зуба со сформированной верхушкой с одного места на другое у одного

и того же пациента. Трансплантация может быть проведена как в лунку удаленного зуба, так и в заново сформированную лунку. Исследования показали, что после приживления зуба периодонтальная связка восстанавливается, повышается уровень микроциркуляции тканей и функционально трансплантат мало отличается от других зубов (Wu и др., 2019). Долгосрочные наблюдения также доказывают эффективность данного метода с выживаемостью более 7 лет около 85% зубов (Chung и др., 2014; Jang и др., 2016; Mendoza-Mendoza и др., 2012). Несмотря на подавляющее большинство положительных результатов, у многих клиницистов эта операция вызывает сомнения, связанные с неопределенностью техники вмешательства, сложностью её исполнения, возможной резорбцией зубов, образованием пародонтальных карманов, а также способом формирования конусной лунки под трансплантат. Помимо этого, немногочисленные исследования, проведенные с целью определения сроков шинирования, времени эндодонтического вмешательства, весьма неоднозначны и противоречивы.

До сих пор остаются нерешенными такие вопросы как способы формирования костного ложа для трансплантата, глубина его позиционирования, значение и сроки депульпирования зубов, а также необходимость и сроки шинирования.

### **Степень разработанности темы**

Анализ литературных источников показал, что операция аутотрансплантации зубов вновь стала востребованным методом. Временной перерыв в публикациях произошел с 80-х годов прошлого столетия до начала 2000-х годов. Это, вероятно, связано с активным развитием имплантологии в этот период. Тем не менее, интерес к исследованиям, связанным с использованием аутологичного биологического материала, растет с каждым годом, и вопросы аутотрансплантации требуют дальнейшего изучения.

Вследствие этого существует необходимость в дальнейших исследованиях по данному вопросу, предпринятых на основе большего количества объективных

данных. Разработка и обоснование комплексного подхода к проведению операции аутотрансплантации зубов позволит дифференцированно подходить к отбору пациентов, проводить оперативное лечение на высоком технологическом уровне, а также контролировать состояние пародонта в послеоперационном периоде и в отдаленные сроки наблюдения.

### **ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Повышение эффективности хирургического лечения частичного отсутствия зубов путем совершенствования методики аутотрансплантации зубов у взрослых пациентов.

### **ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ**

1. На основании данных периотестометрии, клинического обследования и рентгенографии провести сравнительное изучение состояния пародонта после аутотрансплантации.
2. Разработать комбинированную методику формирования костной лунки с помощью индивидуальной пьезохирургической насадки для аутотрансплантации зубов.
3. Провести сравнительный анализ точности изготовления стереолитографических моделей трансплантатов зубов. Определить на каком из этапов получения моделей происходят искажения: получение компьютерной томограммы, получение STL-файла, печать стереолитографической модели на принтере.
4. Провести анализ влияния общих и местных факторов на прогноз успешности операции аутотрансплантации зубов.
5. Разработать алгоритм проведения операции аутотрансплантации зубов у взрослых пациентов.

## **НАУЧНАЯ НОВИЗНА**

Впервые применена диагностика состояния периодонта пересаженных зубов с помощью периотестометрии. Проведен корреляционный анализ данных периотестометрии с данными клинического и рентгенологического обследования в течение двух лет после операции, что позволяет оценить состояние периодонта в динамике, а также прогнозировать исход аутотрансплантации на ранних сроках.

Разработан способ формирования костного ложа с применением индивидуальной пьезохирургической насадки, под конкретный трансплантат.

На примере анализа трансплантированных третьих моляров у взрослых пациентов исследованы 18 факторов и степень их влияния на прогноз аутотрансплантации зубов, что дает возможность осуществлять оптимальный отбор пациентов.

Впервые проведена оценка точности изготовления стереолитографических прототипов трансплантируемых зубов.

## **ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ**

На основании результатов проведенных исследований усовершенствована тактика хирургического и эндодонтического вмешательства при аутотрансплантации зубов. Определена последовательность лечебных мероприятий по подготовке пациентов к операции, проведение хирургического этапа лечения и ведения в постоперационном периоде.

Проведенный анализ прогноза аутотрансплантации делает возможным объективный выбор клинического случая для операции аутотрансплантации зубов взрослых пациентов. Предложенный алгоритм позволит снизить риск развития осложнений при аутотрансплантации.

Способ формирования костного ложа с помощью индивидуальной пьезохирургической насадки позволяет упростить работу хирурга во время операции, сокращает время операции, а также сокращает сроки приживления за счет точного сопоставления поверхностей, что, в свою очередь, позволяет снизить

риск возникновения резорбции за счет исключения локального избыточного давления на корень зуба.

Метод точного стереолитографического прототипирования позволяет снизить риски возникновения неформатных 3D-моделей, не соответствующих по форме и размерам трансплантированному зубу.

## **МЕТОДОЛОГИЯ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Диссертация выполнена в соответствии с принципами и правилами доказательной медицины. Для обследования и лечения пациентов применяли клинические, рентгенологические, инструментальные методы исследования и методы CAD/CAM технологий. В исследование были включены 60 пациентов. Предмет исследования: эффективность проведения операции аутотрансплантации зубов у взрослых пациентов.

## **ПОЛОЖЕНИЯ, ВЫНОСИМЫЕ НА ЗАЩИТУ**

1. Метод периотестометрии позволяет оценить состояние периодонта в ранние сроки после проведения аутотрансплантации и прогнозировать исход лечения в целом.
2. Анализ влияния общих и местных факторов показал, что статистически значимыми факторами, ухудшающими прогноз аутотрансплантации являются: возраст пациента, курение, отсутствие стереолитографической модели, участие донорского зуба в жевании до пересадки, проведение резекции верхушки корня трансплантированного зуба во время пересадки.

## **СТЕПЕНЬ ДОСТОВЕРНОСТИ И АПРОБАЦИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ**

Достоверность полученных результатов подтверждается достаточным объемом клинического материала, использованием современных методов обследования пациентов (клинических, рентгенологических, инструментальных). Методы исследования адекватны поставленным задачам. Добровольное участие пациентов в исследовании подтверждено их письменным согласием.



Статистическая обработка результатов исследования проведена в соответствии с принципами доказательной медицины.

Доклады: «Аутотрансплантация зубов у взрослых пациентов» Конференция молодых ученых ФГБУ НМИЦ «ЦНИИСиЧЛХ» Минздрава России 2018 г.

«Surgical and endodontic management of autotransplantation of third molars in adults» Франкфурт-на-Майне, Германия, Международный Конгресс по хирургической стоматологии 2018 г Постерный доклад

«Endodontic management of autotransplantation of third molars in adults» Сеул, Южная Корея, Международный конгресс по эндодонтии, 2019

«Эндодонтия при травме и аутотрансплантации зубов» МОНИКИ, Москва, Конгресс по восстановительной стоматологии при травмах зубов 2018г

«Аутотрансплантация и имплантация» Квинтэссенция, Москва, Доклад в рамках дискуссионного клуба по хирургической стоматологии 2018г

Апробация работы проведена 28 июня 2021г на совместном заседании сотрудников структурных подразделений ФГБУ НМИЦ «ЦНИИСиЧЛХ» Минздрава России.

### **ВНЕДРЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Результаты исследования внедрены в практику отделений клинической и экспериментальной имплантологии, амбулаторной хирургической стоматологии ФГБУ НМИЦ «ЦНИИСиЧЛХ» Минздрава России, что позволяет расширить возможности для помощи пациентам с частичным отсутствием зубов.

### **ЛИЧНЫЙ ВКЛАД АВТОРА**

Автор самостоятельно провел анализ литературных данных по теме диссертационного исследования, проводил отбор, клиническое обследование и хирургическое лечение пациентов, их динамическое наблюдение с проведением исследований по оценке клинической эффективности, в том числе и с помощью инструментальных методов исследования. Автор самостоятельно

проанализировал полученные результаты и провел статистическую обработку полученных данных.

### **ПУБЛИКАЦИИ**

По материалам диссертации опубликовано 8 печатных работ, из них 4 – в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

### **ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИССЕРТАЦИИ**

Диссертационная работа построена по традиционному плану и состоит из «Введения», 4 глав: главы «Обзор литературы», главы «Материал и методы», главы «Результаты исследования», «Обсуждение результатов исследования» и заключение, выводов, практических рекомендаций и списка литературы. Работа изложена на 135 страницах машинописного текста, содержит 13 таблиц и иллюстрирована 53 рисунками. Список литературы содержит 147 источников, из которых 22 – отечественных и 125 зарубежных.

## ГЛАВА 1.

### ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

#### 1.1. История развития аутотрансплантации зубов

При анализе научной литературы по проблеме аутотрансплантации зубов мы отметили, что как в отечественной, так и в зарубежной литературе наблюдался временный перерыв публикаций с 80-х годов прошлого столетия до начала 2000-х годов. Активное развитие имплантологии в стоматологии привело к тому, что трансплантация зубов как вариант лечения стала игнорироваться в этот период. Однако, в течение последних 20 лет интерес как к клиническим, так и экспериментальным исследованиям постепенно возрастает.

Трансплантация и реплантация зубов на протяжении веков являлись методом выбора для восстановления отсутствующих зубов. Первые научные упоминания об этой методике были опубликованы Амбруазом Паре в 1561 году, когда на место кариозного зуба вставляли здоровый зуб живого либо мертвого человека. Джон Хантер [79] в 1728-1793 годах (Англия) описал регенерацию сосудов и периодонта после трансплантации зубов животных или человека в гребни петухов, и подтвердил их жизнеспособность. Это были первые лабораторные исследования по пересадке зубов. Бурный интерес ученых эта операция вызвала во второй половине 18 столетия. В 1827 году Эмиль Блейз Гардетт, изучив результаты 170 трансплантаций, описал важность выбора клинического случая в прогнозировании положительного результата. Также были описаны методики реплантации, а в ряде работ были даже проведены исследования на людях [99; 123]. Антоневиц В. М., (1865) наблюдал восстановление кровообращения в трансплантированных зубах.

В XIX веке пересадка зубов имела огромный успех и широко применялась в Англии и США. В России же первым ученым, описавшим данный вопрос, являлся В.М. Антоневиц. Он предложил и разработал новые инструменты для удаления зубов, описал показания и противопоказания к данной операции. В его

диссертации “О реплантации и трансплантации зубов” упоминается о сроках нахождения зуба вне полости рта. По его мнению, оно должно было составлять, не более 8 минут [1]. Кроме того, был проведен ряд опытов по исследованию реваскуляризации трансплантированных зубов путем посмертного введения масляной краски в нижнечелюстную артерию. Было установлено, что пульпа в своем строении не отличалась от нормальной и разница состояла только в том, что “она была бедна сосудами и нервами”. Также им были проведены исследования на животных и людях по аллотрансплантации, но результаты оказались неблагоприятными. К тому же интерес к этим операциям был почти полностью утерян в связи с развитием гуманных идей и проблемой передачи болезней.

С середины XX века аутооттрансплантация зубов снова рассматривалась как хорошая альтернатива в реабилитации пациентов с отсутствием зубов и стала частью планирования комплексного лечения. С этого времени методика аутооттрансплантации хорошо документирована и имела зарегистрированные положительные результаты [63, 91, 96].

В России вопросами аутооттрансплантации и реплантации занимались Козлов В.А (1974) [10, 9], Хасанов Р.А. (2004,2006) [22], Максудов М.М. (1970) [13], Драновский Г.Е. (1978-1979), которые внесли большой вклад в развитие методик пересадки как зачатков, так и сформировавшихся зубов.

В своей монографии В. А. Козлов [10] описывает опыт многолетних клинических и экспериментальных наблюдений по всем видам пересадки зубов. Им были проведены первые гистологические исследования пересаженных зубов, определена роль связочного аппарата в процессе приживления зуба и виды дентооссального соединения. Также были рассмотрены вопросы сохранения жизнеспособности пульпы в трансплантированных зубах и последствия ее инфицирования. Данные гистологических исследований давали основания полагать, что прогноз сохранения пересаженных зубов зависит от характера образующихся сращений. Автор считает, что прогноз наиболее благоприятен при “периодонтальном” и наименее благоприятен при “остеоидном” типах сращения

корней пересаженных зубов со стенками альвеол. Также, проведенные экспериментальные исследования по аутотрансплантации зачатков зубов постоянного прикуса обнаружили рост и отчетливую дифференцировку составляющих структур. В области пересаженного зачатка зуба продолжался рост корней и формирование пульпы. Однако, несмотря на обнадеживающие результаты исследований, процент резорбций был более 50. Это объясняется тем, что методы аутотрансплантации не предусматривали бережное отношение к связке зуба, зубы вбивались в лунку долотом, приоритет отдавался первичной стабильности зуба. Такие методы полностью опровергнуты в современной литературе и не имеют ничего общего с современной аутотрансплантацией.

Наряду с ауто- и реплантацией были проведены исследования по гомотрансплантации зубов. В монографии Максудова М. М. [13] приводятся данные литературы и итоги собственных исследований по вопросу о гомотрансплантации зубных зачатков - недифференцированных развивающихся органов с нестабилизированной морфологической и антигенной структурой. Детально освещаются вопросы об антигенной активности зубных зачатков, возможности их иммунологической адаптации в организме реципиента; дается анализ механизма действия и оценка эффективности некоторых вариантов, направленных на торможение трансплантационных реакций, в частности, создание конкурентного взаимодействия гомологичных, но неспецифических антигенных раздражителей различной силы, угнетение иммунологически активных элементов лимфоидной ткани применением антилимфоидной сыворотки. Приводятся объективно документированные факты, иллюстрирующие возможность приживания в указанных условиях, роста и дифференциации гомотрансплантата зубных зачатков вплоть до превращения их в зрелые прорезывающиеся зубы.

Большую роль в развитие аутотрансплантации внес профессор Хасанов Р. А. (2007) [22]. Его исследования были посвящены возможностям аллотрансплантации зубов (от трупов живым людям), созданию банка зубов,

совершенствованию способов хранения и консервирования донорских зубов. Также автором были проведены исследования по возможной реваскуляризации аллотрансплантированных зубов с резецированной верхушкой.

Основными зарубежными исследователями проблемы аутотрансплантации зубов в XX веке явились J.Andreasen, O.Schwartz, Paulsen NU (1981–2009) [40-46]. Большинство положений для аутотрансплантации этими авторами было сформулировано из опыта сохранения зубов после полного вывиха. Исследования так же были посвящены усовершенствованию хирургической методики и стандартизации методов обследования пациентов после операции. В ходе исследований была выявлена взаимосвязь между периодонтальным заживлением, прогрессирующим ростом корня, восстановлением кровотока пульпы после пересадки и возникающих впоследствии резорбтивных процессов. Впервые была установлена связь между явлениями воспалительной резорбции корня с травмой поверхности корня и инфицированием пульпы. В последующих работах были выявлены последствия длительного шинирования пересаженных зубов на заживление периодонтальной связки и возникновение анкилоза. В одном из исследований на обезьянах авторы описали образование костной ткани вокруг корня зуба, трансплантированного под слизистую оболочку рта, тем самым предположив, что у клеток корневого цемента есть способность к дифференцировке в остеобласты. [32]

Особого внимания заслуживают труды польского профессора и врача-ортодонта E. Czochrowska (2000-2018) [66, 67, 65] в которых сформулирована методика и современные протоколы пересадки премоляров в область отсутствующих фронтальных зубов верхней челюсти после травмы либо вследствие первичной адентии у подростков. Также ею были описаны показания и критерии отбора клинических случаев, так как в дальнейшем после пересадки премоляра требовалось замещение дефекта в донорской области. Помимо этого, были проведены исследования по сравнению методов замещения дефектов зубного ряда с помощью мостовидных протезов, имплантатов и

аутотрансплантированных зубов. В последующем было доказано, что рост и равномерное развитие кости в исследуемой области могли быть обеспечены только при помощи аутотрансплантации. По мнению автора, это единственный метод позволяющий восстановить связочный аппарат зуба [66].

Значительная часть авторов описывала и осложнения, рождая споры и сомнения исследователей относительно успешности операции аутотрансплантации зубов [68, 91, 96]. Наиболее часто отмечали воспалительную и заместительную резорбцию, связанные со значительным повреждением поверхности корня и инфицированием пульпарного пространства; анкилозирование зуба с последующей задержкой роста кости в области трансплантата; частичное отсутствие зубодесневого прикрепления, а также некроз и инфицирование пульпы при пересадке зачатков.

На протяжении последних десятилетий проводятся исследования, посвященные усовершенствованию хирургических и терапевтических методик с целью снижения количества осложнений и выявления наилучших способов их лечения.

## **1.2. Механизмы, лежащие в основе аутотрансплантации**

### **1.2.1. Механизмы заживления периодонтальной связки**

Наиболее быстрое восстановление периодонтальной связки происходит при пересадке зуба в свою же лунку в короткий период времени (реплантация) [92]. Такой тип заживления описывается как “восстановление прикрепления” и определяется как “срастание соединительнотканых волокон, разделенных разрезом или повреждением.”

При аутотрансплантации периодонтальная связка обычно разрывается, таким образом, что часть ее остается на поверхности корня, а часть - на поверхности лунки [37, 106]. “Восстановление” периодонта в этом случае обусловлено образованием фиброзного соединения между частями этих волокон. Такой тип заживления возможен при пересадке зуба только с достаточным

объемом периодонтальной связки в строго определенный промежуток времени [72, 130].

В соответствии с гистологическими исследованиями Ichinokawa Н. [84-85], процесс заживления заключается в следующем:

- на 3-й день после трансплантации зуба между периодонтальной связкой корня и лунки находят скопления фибрина и эритроцитов (Рисунок 1, 5);
- через 1-2 недели в области разрыва видны фибробласты и коллагеновые волокна, что указывает на начало восстановления связки (Рисунок 2, 6);
- через 3-4 недели наблюдается пролиферация фибробластов и регулярно выровненные пучки коллагеновых волокон, что свидетельствует о продолжении функционального восстановления связки (Рисунок 3, 7);
- через 8 недель обнаруживается практически нормальная периодонтальная связка и ровно расположенные пучки коллагеновых волокон (Рисунок 4, 8).



Рисунок 1 – 3 дня после реплантации. Волокна периодонтальной связки прикреплены к поверхности корня и к стенке альвеолы. Между ними кровяной сгусток с нитями фибрина.





Рисунок 2 – 1 неделя после реплантации. Наблюдается промежуток между волокнами периодонтальной связки поверхности корня и поверхности альвеолы.

Наблюдаются очаги резорбции и остеокласты на стенке альвеолы. Веретенообразные клетки (фибробласты) находятся около поверхности корня.



Рисунок 3 – 3 недели после реплантации. На поверхности корня обнаруживаются цементобласты, волокна периодонтальной связки вместе с фибробластами направлены от поверхности корня к стенке альвеолы. Наблюдается перестройка кости относительно поверхности корня.

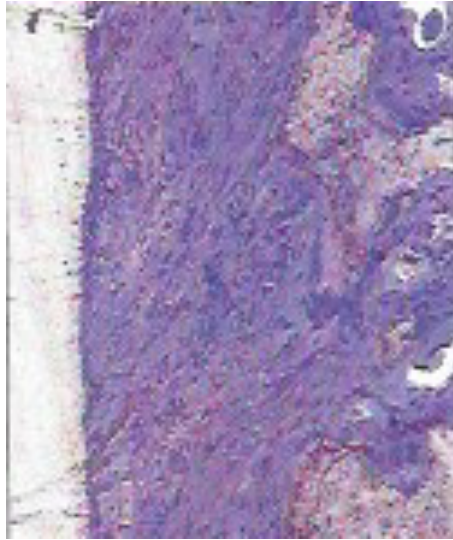


Рисунок 4 – Через 8 недель после реплантации. Цементобласты выстилают поверхность корня, остеобласты находятся на поверхности кости. Между этими поверхностями функционально организованные волокна периодонтальной связки с большим количеством фибробластов.

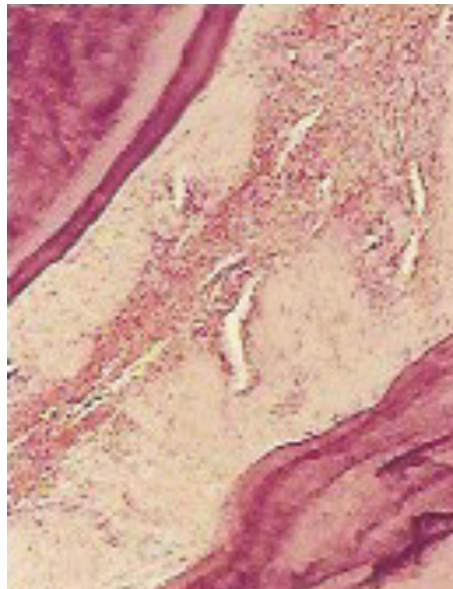


Рисунок 5 – 1 неделя после трансплантации зуба. Периодонтальная связка прикреплена и к поверхности зуба и к кости, наблюдается грануляционная ткань в промежутке между периодонтальными волокнами.

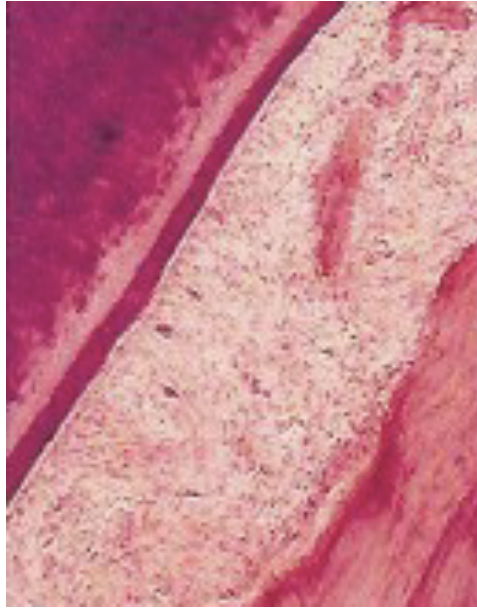


Рисунок 6 – 2 недели после трансплантации. На поверхности корня изменений не наблюдается, а на поверхности кости имеется сформированный слой костной ткани. Периодонтальные волокна не имеют прямой направленности от корня зуба к кости.



Рисунок 7 – 4 недели после трансплантации. Наблюдается несколько тонких периодонтальных волокон, идущих от поверхности корня к поверхности кости.



Рисунок 8 – 8 недель после трансплантации. Периодонтальные волокна имеют функциональную направленность.



Рисунок 9 – 16 недель после трансплатации. Трансверзальный срез корня. Наблюдается нормальное строение периодонтального пространства вокруг корня без признаков анкилозирования.

Временные промежутки могут варьировать от одного исследования к другому, но единым остается мнение, что после аутотрансплантации и реплантации происходит восстановление периодонтальных волокон. В области десны и цервикальной части корня прикрепление происходит уже через 1-3 недели. Для полного заживления требуется около 2-х месяцев (стадия функционального расположения волокон) [122].

Восстановление периодонтальной связки при трансплантации в искусственно созданную лунку отличается от процесса, наблюдаемого при пересадке в естественные лунки [81]. Различие обусловлено отсутствием волокон периодонта на поверхности лунки. Заживление при таком варианте операции происходит иначе:

- в течение 1 недели волокна периодонта на поверхности корня остаются жизнеспособными за счет окружающего их кровяного сгустка (Рисунок 10);
- через 2 недели кровяной сгусток замещается грануляционной тканью, которая также предоставляет благоприятные условия для питания клеток связки, и является начальной стадией формирования соединительной ткани (Рисунок 11);
- через 2-6 месяцев: грануляционная ткань и незрелая костная ткань замещаются зрелой костной тканью и формируется зубо-альвеолярное соединение (Рисунки 12, 13).



Рисунок 10 – 1 неделя после пересадки в искусственно созданную лунку у обезьяны. На поверхности трансплантата цеменбобласты и периодонтальные волокна, прикрепленные к поверхности корня, направлены перпендикулярно.

На поверхности кости волокна отсутствуют.



Рисунок 11 – 3 недели после пересадки. Цементобласты выстилают поверхность корня, но признаков резорбции корня, не наблюдается.

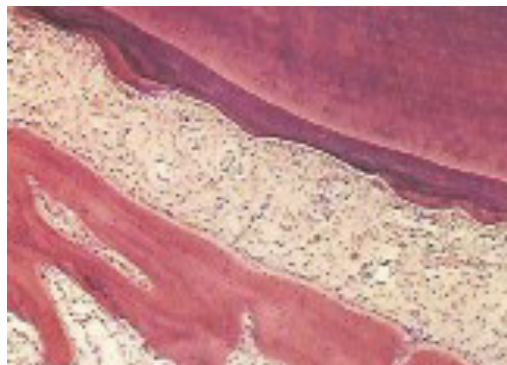


Рисунок 12 – 8 недель после пересадки. Наблюдается отложение нового слоя цемента корня, поверхность кости прошла ремоделирование. Имеются волокна соединительной ткани между корнем и костью, функционально направленных волокон не наблюдается.

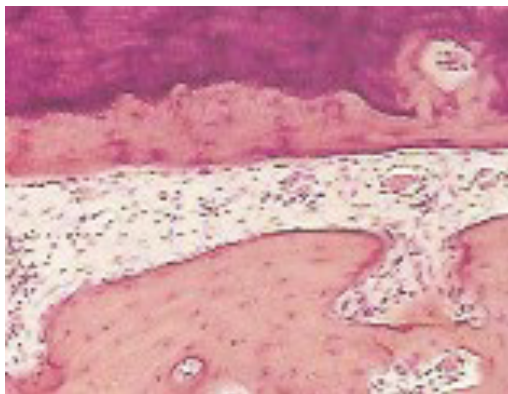


Рисунок 13 – 16 недель после пересадки. Стенка альвеолярной лунки формируется на постоянном расстоянии от донорского зуба, волокна между цементом и стенкой лунки смещены и не имеют направленности.

В соответствии с данными исследований [54, 84, 98], при пересадке трансплантата в искусственную лунку наблюдается значительно меньшее количество функциональных периодонтальных волокон, и ширина образующейся периодонтальной щели меньше. Эти данные также были подтверждены и в исследованиях Shimada T [130]. Тем не менее, клинически наблюдается удовлетворительное заживление, т.е. отсутствует резорбция корня, сохраняется просвет периодонтальной связки на рентгенограмме и сохраняется нормальная подвижность зуба.

Сравнительное исследование [34] показало, что прогноз аутотрансплантации по большей части зависит от состояния периодонтальной связки на поверхности корня, а не от наличия ее в реципиентной зоне. Дефекты и отсутствие волокон периодонта на поверхности корня могут являться факторами возникновения резорбции [84, 82, 83]. При незначительном дефиците периодонтальных волокон возможно восстановление за счет регенерации цемента и формирования нового прикрепления [37, 139]. Механизм формирования нового соединения между открытой поверхностью корня и окружающей тканью осуществляется за счет пролиферации клеток цемента корня с периферии дефекта

и встраивания Шарпеевских волокон в новообразованный цемент [54; 98]. Размер этих повреждений и расстояние до стенок лунки реципиентной зоны влияют на дальнейший исход заживления. Чем больше расстояние между корнем и стенкой лунки, тем больше времени необходимо для формирования костной ткани до корня зуба, при этом сохраняется способность клеток цемента корня зуба к пролиферации, что способствует закрытию зоны дефекта. Поражения до 2 мм в ширину могут закрыться без последствий для корня [48; 101]. Благоприятное заживление периодонтальной связки зависит от количества жизнеспособных клеток, сохранившихся на поверхности корня. Успешное заживление можно ожидать, если зуб-донор удаляется с минимальным механическим повреждением периодонтальной связки (Рисунок 9) [128].

### **1.2.2. Механизмы резорбции корня**

Резорбция корня возникает при полном либо частичном повреждении поверхности корня донорского зуба. Различают 3 вида резорбции при аутотрансплантации и реплантации: заместительная, воспалительная и поверхностная резорбция [49, 26]. Тип резорбции определяется степенью повреждения поверхности корня и инфицированием пульпы [30, 42, 29].

Заместительная резорбция — это процесс, при котором корень зуба резорбируется и замещается костной тканью, что приводит к анкилозированию - слиянию корня и кости вместе.

Исследование по реплантации зубов на обезьянах с механически удаленной периодонтальной связкой [77] продемонстрировало замещение костной тканью на поверхности корня в течение 1 недели после реплантации. Интересным открытием в этом исследовании стало то, что выработка костной ткани остеобластами предшествовало резорбции корня. Спустя 4 недели происходило частичное слияние новообразованной кости на поверхности корня и альвеолярной кости, что указывало на начавшийся процесс анкилоза в этой области (Рисунок



14). Клинически анкилоз был отмечен только на четвертый месяц после реплантации.



Рисунок 14 – На поверхности донорского зуба вина резорбционная полость.

В большинстве случаев частичный анкилоз сложно диагностируется, так как зубы сохраняют нормальную подвижность и также дают нормальную реакцию на перкуторные тесты. Долгосрочные рентгенологические наблюдения являлись на тот момент единственным способом установления прогрессирующего или частичного характера анкилоза, вплоть до полного замещения корня, либо восстановления поверхности корня за счет образования нового цемента [18].

Характерной особенностью заместительной резорбции является зависимость ее скорости от возраста пациента [39, 46, 69]. Скорость заместительной резорбции пропорциональна скорости ремоделирования кости пациента: у детей до 50% в год, у взрослых около 2% в год [65]. Из этого следует, что даже при возникновении анкилоза после трансплантации у взрослых зуб может нормально функционировать долгий период времени.

Воспалительная резорбция наблюдается при пересадке зуба с пульпарной инфекцией и частичной потерей периодонтальной связки [34, 35].

Бактерии и продукты их жизнедеятельности мигрируют по дентинным каналам на поверхность корня, вызывая воспалительную реакцию в окружающих тканях. Воспалительная резорбция также имеет место, если резорбционная полость проникает в промежуточный слой цемента и вступает в контакт с дентинными каналами, которые находятся в связи с инфицированной тканью некротизированной пульпы. Тем не менее, если резорбционная полость не проникает в промежуточный слой цемента, зуб с некротизированной пульпой вызовет только поверхностную резорбцию, а промежуточный слой цемента будет сдерживать распространение токсичных элементов [50, 128].

Характерной особенностью воспалительной резорбции является наличие грануляционной ткани, которая содержит большое количество капиллярных сосудов в резорбтивной лакуне, что делает эту зону радиолюцентной [31, 32]. Клинически радиолюценция наблюдается на рентгенограммах через 1 и 2 месяца после трансплантации [51, 45, 34, 35]. Иногда отсроченная воспалительная резорбция наблюдается в пришеечной части корня через несколько лет после трансплантации [49]. Возраст пациентов не влияет на скорость воспалительной резорбции, которая в большинстве случаев протекает быстро. В отличие от заместительной резорбции воспалительная резорбция может быть приостановлена за счет вовремя проведенного эндодонтического лечения.

Поверхностная резорбция является частью репаративного механизма, при котором новый цемент покрывает резорбированные участки, а волокна периодонтальной связки внедряются в новообразованный цемент. Поверхностная резорбция является результатом ограниченной частичной травмы периодонтальной связки и носит временный характер. Этот вид резорбции ограничен слоем цемента на поверхности корня. [37, 36].

### **1.3. Современные протоколы аутотрансплантации зубов**

#### **1.3.1. Подготовка к операции**

Как и при любом предстоящем хирургическом вмешательстве, пациент проходит обучение чистке зубов и адекватному подбору индивидуальных средств гигиены рта и при необходимости процедуру профессиональной гигиенической чистки зубов [43, 40].

Перед удалением зубов из реципиентной зоны следует внимательно отнестись к срокам трансплантации. Если зуб удаляется задолго до трансплантации, то она должна быть проведена в срок от 2-х недель до месяца после удаления. Это обусловлено сроками сохранения параметров лунки. Если же трансплантация проводится одновременно с удалением зуба, то необходимо убедиться в соответствии размера пересаживаемого зуба и размера реципиентной лунки.

Хирургическая техника является общеизвестной, однако в литературе она представлена ссылками на некоторые различные особенности, а также с различными точками зрения на важность тех или иных манипуляций. Относительно единым является мнение авторов о подготовке операционного поля и пациента к манипуляции.

Для снижения риска инфицирования операционного поля окружающие наружные ткани должны быть антисептически обработаны, пациенту рекомендуется прополоскать рот раствором хлоргексидина биглюконата (0,05%). Большинство авторов сходятся во мнении о необходимости приема антибиотиков перорально за сутки либо за несколько часов до вмешательства. [131].

Вопрос выбора метода анестезии не является предметом обсуждений, так как считается общепринятым и соответствует тем же принципам ее проведения, что и при удалении зубов. На верхней челюсти выполняется местная инфильтрационная анестезия с использованием вазоконстриктора, на нижней челюсти - блокада нижнечелюстного нерва. В области реципиентной зоны, если не требуется удаление зуба, выполняется только инфильтрационная анестезия.

### 1.3.2. Получение трансплантата

Подготовка трансплантата начинается с оценки пригодности зуба к пересадке. Анализ проводят с помощью компьютерной томограммы, прицельной радиовизиографии. В полости рта. измеряют мезио-дистальные и букко-лингвальные размеры коронковой части. У потенциального трансплантата оценивают анатомические особенности корней и возможности целостного извлечения зуба. Если корни зуба еще не сформированы, то оценивают степень развития корней. Наиболее благоприятная стадия для пересадки - четвертая и пятая (по классификации Морро, либо по рентгенологической классификации стадии развития корней), так как корни уже достаточно сформировались, а апикальная часть еще не имеет сужения, что позволяет зубу остаться витальным после пересадки. Для сформированных зубов предпочтительной является конусовидная форма корня из-за меньшей травматичности при удалении. Зубы с большими, широко расставленными либо изогнутыми корнями склонны к механической травматизации периодонтальной связки при извлечении, а зубы с короткими корнями после пересадки могут образовывать пародонтальные карманы в области фуркации, что ухудшает прогноз аутотрансплантации в целом [6]. Абсолютным противопоказанием к использованию зуба в качестве донора являются зубы с эмалевыми каплями, а также зубы с нарушением пародонтального прикрепления. [132]

После проведения анестезии хирург может начать с удаления донорского зуба, при наличии заранее изготовленной стереолитографической модели вмешательство начинают с подготовки реципиентного ложа [54].

Основным принципом при получении трансплантата является сохранение зуба интактным. В связи с этим предпочтение отдается сохранению целостности зуба, а не окружающим тканям [6]. При ретенции зуба-донора следует убирать костную ткань вокруг таким образом, чтобы поверхность коронки и корня оставались нетронутыми. Сепарацию периодонтальной связки проводят острым скальпелем, обращенным режущей поверхностью к кости, чтобы максимально

сохранить волокна периодонта на поверхности корня. В зависимости от сложности удаления возможно выполнение вертикального разреза. [114].

Ретракцию слизисто-надкостничного лоскута начинают с межзубных сосочков. Аккуратно отодвигают мягкие ткани для сохранения целостности надкостничной мембраны и лучшего заживления впоследствии. [115]

Люксацию донорского зуба выполняют таким образом, чтобы зуб был достаточно подвижен для последующего быстрого и атравматичного извлечения, но при этом зуб должен оставаться в лунке. В некоторых случаях допускается проведение остеотомии для извлечения зуба либо для корректной установки элеватора. Во всех случаях желательно, чтобы зуб как можно дольше оставался в лунке. При выполнении всех манипуляций, связанных как с удалением зуба, так и подготовкой реципиентного ложа травматизация должна быть минимальной. Это особенно важно для периодонтальных тканей корня донорского зуба либо фолликула. Использование пьезохиргического наконечника позволяет значительно снизить риск травматизации корня, а также перегрева лунки во время препарирования. Пьезохиргический аппарат рекомендован многими авторами к использованию для прогнозируемого атравматичного проведения манипуляции. [3, 12, 138].

Некоторые авторы не рекомендуют извлечение трансплантата до того, как реципиентная зона будет полностью подготовлена. В то же время, это может затруднить подтверждение пригодности анатомии, размера и состояния периодонтальной связки зуба перед пересадкой [89]. Если предполагается, что время подготовки реципиентной зоны будет длительным, донорский зуб должен быть помещен, по мнению некоторых авторов, в раствор Хэнкса - для лучшей сохранности клеток периодонтальной связки, но ни в коем случае не должен быть помещен в воду, так как в гипотоническом растворе клетки теряют свою жизнеспособность [87].

### 1.3.3. Хранение трансплантата

Как указано выше, успешность аутотрансплантации зубов главным образом зависит от жизнеспособности клеток периодонтальной связки [53, 80, 134]. При удалении зуба периодонтальная связка обрывается посередине, при этом на поверхности корня остается слой, содержащий такие клетки как цементобласты, фибробласты, перициты, эпителиальные островки Маляссе, которые играют важную роль в предотвращении резорбции корня [54, 64]. Наиболее предпочтительно удаление зуба с максимальным сохранением периодонтальных волокон, несмотря на то, что даже слой цементобластов сам по себе, по-видимому, эффективен в целях предотвращения развития резорбции корня [120, 132]

Сохранение жизнеспособности периодонтальной связки на поверхности корня является неотъемлемым для успешного исхода. Процент выживаемости клеток периодонтальной связки при различных условиях хранения был неоднократно изучен многими авторами [13, 42, 54, 78]. Периодонтальная связка восприимчива к изменениям рН и осмотического давления. В условиях сухого хранения большая часть периодонтальной связки сохраняется витальной в течение 18 минут, после 30 минут более половины уже невитальна, и через 120 минут связка полностью некротизируется [30].

Большая часть периодонтальной связки остается витальной в течение 120 минут, находясь в гипертоническом растворе, но через 120 минут в водопроводной воде клетки не выживают [39].

Живая периодонтальная связка может быть сохранена в коровьем молоке до 24 часов [42, 80], либо в специально изготовленных консервационных растворах.

В 2007 году профессором Хасановым Р.А. (НИИ пересадки зубов “Витадент”) был предложен раствор для консервации витальных зубов “Викон”, который был успешно протестирован и внедрен в практику пересадки зубов и сохранения зубов после травм. Данный препарат позволяет консервировать зубы от 3 до 12 месяцев с сохранением жизнеспособности периодонтальной и

пульпарной ткани, а также делает возможным создание банка зубов для трансплантации [7].

Помимо этого, многие клинические исследования и эксперименты на животных показали эффективность криосохранения донорских зубов [95, 129]. Были предложены разные методики криосохранения с различной степенью успешности. Так, был представлен метод, который впервые продемонстрировал возможность хранения человеческого зуба в течение 18 месяцев в замороженном состоянии с сохранением жизнеспособности клеток периодонта. Это приводило к нормальному приживлению оттаявшего зуба и формированию нормальной периодонтальной связки. Метод криоконсервации включал сбалансированное замораживание удаленного зуба в 10% ДМСО (диметилсульфоксид) при комнатной температуре в среде для тканевых культур, включая 10% сыворотки человека. Замораживание производили с контролируемой скоростью от  $1,2^{\circ}\text{C} / \text{мин}$  до  $-40^{\circ}\text{C}$  и  $6^{\circ}\text{C} / \text{.}$  от мин до  $-100^{\circ}\text{C}$  и последующим переносом и хранением в жидком азоте при  $-196^{\circ}\text{C}$ . Зуб оттаивали с высокой скоростью (приблизительно  $100^{\circ}\text{C} / \text{мин}$ ) и ДМСО удаляли медленным размораживанием при комнатной температуре. Сформированный премоляр человека был атравматически трансплантирован после криоконсервации. Эндодонтическое лечение было начато через 4 недели после трансплантации. Через 2 года после трансплантации зуба клинически и рентгенологически определялось нормальное заживление пародонта без признаков резорбции корня или краевой потери кости [129].

В некоторых случаях наблюдали признаки резорбции корня вследствие необратимых повреждений клеток периодонта, вызванных формированием кристаллов льда внутри клетки. Недавно был разработан программируемый холодильник с магнитным полем 'Cells Alive System' (ABI Corporation Ltd, Abiko, Япония) [23]. Использование этого холодильника позволяет избежать формирования кристаллов. Проведенные исследования показали, что магнитное излучение в  $0,1 \text{ мкТл}$  с 15 минутной выдержкой и погружаемая температура  $-30^{\circ}\text{C}$  приводят к наилучшим результатам сохранения клеток [98]. Тем не менее,

использование этого аппарата в целях аутотрансплантации повсеместно еще затруднено.

В последние годы методика криосохранения активно изучается и постепенно внедряется в практику. Помимо сохранения периодонтальной связки удается сохранить жизнеспособными ткани пульпы либо проводить реваскуляризирующую [106, 127]. Криопрезервация открывает новые возможности отсроченной пересадки зубов для таких клинических ситуаций, где немедленная аутотрансплантация невозможна. Например, если реципиентная зона слишком мала и требуется ортодонтическая подготовка, чтобы создать место для трансплантата; либо при необходимости раннего удаления зубов мудрости и сохранения их в банке зубов для последующего использования.

#### **1.3.4. Стимулирование роста периодонтальных волокон**

Наличие периодонтальной связки и количество цемента на корне удаленного зуба являются значительными факторами, влияющими на исход трансплантации. В связи с этим даже при удалении «нормального» зуба для аутотрансплантации многие авторы задумывались над улучшением регенерации периодонта [117, 124]. Также было установлено, что пересаженные зубы могут стимулировать рост альвеолярной кости в лунке, а клетки периодонта обладают остеоиндуктивной способностью [25, 114].

Повреждения цементного слоя от 1 до 4 мм<sup>2</sup> на поверхности корня приводят к развитию временного анкилоза, который исчезает через 8 недель, тогда как поражения от 9 до 16 мм<sup>2</sup> вызывают постоянный анкилоз в большинстве случаев [46].

При удалении зуба важно сохранить оставшуюся периодонтальную связку. Если это не принимать во внимание то повреждению может быть подвергнуто более 50% поверхности корня [82, 83]. Для максимального сохранения периодонтальной связки разрабатывают методы регенерации связки на поверхности корня. Важное значение приобретают методы тканевой регенерации, которые включают в себя комбинацию из собственных клеток и факторов роста



с различными биоматериалами для направленной тканевой регенерации, а также слоя клеток человеческой периодонтальной связки [61, 62, 114]. Однако, результаты направленной тканевой регенерации всегда напрямую зависят от исходного состояния донора [24, 117, 130]. До настоящего времени остается нерешенной задача предотвращения инфицирования донора при его извлечении из полости рта и стерилизации.

Другим способом стимулирования роста периодонтальных волокон является в предварительное ортодонтическое стимулирование перед аутотрансплантацией [108]. Ортодонтическое вытяжение проводят до появления подвижности зуба, затем его удаляют и трансплантируют [102]. Результаты показали полное отсутствие признаков анкилоза в 100% случаев пересаженных зубов [59].

При пересадке третьих моляров предварительная ортодонтическое стимулирование часто ограничивается сложностью доступа - либо невозможностью фиксации ортодонтической тяги (зуб ретинирован, либо дистопирован). Для стимуляции пролиферации клеток периодонта были предложены методы постоперационного вытяжения зубов. С помощью гистоморфометрического анализа было доказано, что ортодонтическое вытяжение через 4–8 недель после операции в течение 2х недель положительно влияет на формирование периодонтальной связки. Усиливается выделение щелочной фосфатазы и основных факторов роста по сравнению с зубами, не испытывающими нагрузки [102].

Другими авторами был предложен двухэтапный протокол аутотрансплантации, позволяющий способствовать восстановлению периодонта [74]. Во время первого этапа предварительно расшатывают зуб в лунке вплоть до полной потери устойчивости с последующей фиксацией его в своей же лунке. Второй этап проводят через 14 дней: когда регенерация периодонтальной связки достигает максимума, то проводят аутотрансплантацию зуба. Зуб трансплантируют в новую альвеолу и фиксируют обычным методом. Результаты

этого исследования показали полное отсутствие анкилоза через 2 года после лечения. Этот метод был предложен для использования в качестве зубов-доноров с большими периапикальными поражениями и глубокими пародонтальными карманами, однако в исследовании использовали лишь интактные зубы со здоровым пародонтом.

### **1.3.5. Подготовка реципиентной зоны**

Подготовка реципиентной зоны с удалением зуба, если таковой имеется, включает в себя удаление межкорневой перегородки и всей воспалительной ткани, которая может там присутствовать. Следует также по возможности минимизировать кюретаж стенок лунки, если это возможно, так как это позволяет сохранить клетки периодонтальной связки на стенках альвеолы. Если в реципиентной зоне зуб отсутствует, искусственная лунка формируется с помощью хирургических фрез, и объем этой лунки должен быть немного больше во всех направлениях, чем донорский зуб, чтобы обеспечить отсутствие компрессии на стенки корня [128].

Необходимо отметить, что современные методы компьютерной томографии позволяют изготовить трехмерную пластиковую модель донорского зуба, которая рекомендована к использованию в качестве направляющей детали во время формирования лунки. Лунка реципиента должна быть немного больше донора так, чтобы трансплантат входил туда свободно. При этом, чем более конгруэнтны поверхности, тем быстрее будет происходить заживление. Таким образом, в процессе формирования лунки необходима постоянная примерка и корректировка. Использование 3D-модели вместо донорского зуба позволяет исключить его ятрогенное повреждение [63, 98, 105]. Также, использование реплики донорского зуба приводит к предсказуемой и простой процедуре, с экстра-альвеолярным временем не более 2-х минут для всех трансплантаций [131].

При недостаточном объеме костной ткани, либо при конвергенции соседних зубов также возможна пересадка сепарированных корней, с последующим

восстановлением коронковой части зуба [53, 145]. Также, возможно проведение ампутации одного из корней с ретроградным пломбированием и последующей пересадкой в лунку [3, 4].

#### *Влияние состояния реципиентной зоны на приживание трансплантата*

Среди авторов, изучавших этот вопрос можно выделить В.А.Козлова, который провел в 1974 серию опытов на животных [10]. Целью исследования было определение типа сращения, которое образуется при пересадке в естественные и искусственные лунки. Таким образом, были проведены 3 серии опытов: пересадка в естественную лунку равную по размерам трансплантату, с сохранением периодонтальной связки на стенках лунки; пересадка в лунку значительно большую по размерам, чем трансплантат, с сохранением периодонтальных волокон на стенках лунки; пересадка в искусственно созданную лунку, равную по объему трансплантату, но с разрушением компактной пластинки лунки. По результатам этого исследования было установлено, что при пересадке трансплантата в естественную лунку образуется периодонтальный тип сращения, а при пересадке в искусственную лунку, когда компактная пластинка альвеолы и периодонт отсутствуют - остеоидный тип сращения. Помимо этого, автор получил осложнения, связанные с нарушением формирования эпителиального прикрепления, в виде множественных пародонтальных карманов, что говорит о недостатках проведения выбранного протокола операций.

Однако были и другие исследователи, которые получили иные результаты. Клиническое исследование с 10-летним сроком наблюдения [147] посвящено изучению немедленной и отложенной трансплантации третьих моляров со сформированными корнями в лунки удаленных зубов и в искусственно сформированные лунки. Результаты исследования показали отсутствие статистически значимой разницы между группами в отношении частоты воспалительной резорбции или анкилоза корня. Возраст также не влиял на клинические исходы.

Различия в полученных результатах могут говорить о различиях в методиках проведения операций, что могло оказать влияние на дальнейшие результаты исследования. Важно учитывать различные методы оценки полученных результатов и то, что исследования проводили на разных биологических группах (животные и люди). Таким образом, недостаточные научные данные по этому вопросу требуют дальнейшего изучения.

### **1.3.6. Позиционирование и шинирование трансплантата**

Оптимальное положение зуба должно соответствовать принципам биологической ширины нормального зуба. Более глубокое расположение зуба в лунке возможно при условии последующего ортодонтического вытяжения [129].

Недостаточное погружение зуба в лунку приводит к формированию прикрепления к мягким тканям и впоследствии к подвижности зуба [128, 135, 138].

Наиболее важным аспектом является плотное закрытие донорского зуба мягкотканым лоскутом. Это оптимизирует прикрепление и может блокировать проникновение бактерий в сгусток крови между зубом и альвеолой. Чтобы добиться такой тесной адаптации вокруг донорского зуба, в некоторых случаях требуется пластика мягких тканей и адаптация лоскута. В каждом случае рекомендуется провести ушивание лоскута до того, как зуб помещен в альвеолу [131]. Для более устойчивой адаптации донорского зуба некоторые авторы предлагают простой шов, сближающий десневые сосочки перед введением зуба, особенно при пересадке третьего моляра на место второго моляра с отсутствующей дистальной стенкой альвеолы. [62]

Перед выполнением шинирования рекомендуется провести контрольное рентгенологическое исследование, чтобы убедиться в правильном расположении зуба в лунке. Соответственно принципам биологической ширины, уровень цементно-эмалевой границы зуба должен быть на 1 мм выше края кортикальной пластинки кости [64]. В дальнейшем этот снимок используют для сравнения и контроля костной регенерации.

В литературе описаны разные техники фиксации трансплантированного зуба и установлено, что предпочтительный вид шинирования — это неригидная шина. По данным некоторых авторов, ригидное шинирование приводит к возникновению анкилоза и резорбции [98, 100]. При пересадке зубов с несформированными корнями был отмечен значительно меньший рост корня при ригидном шинировании, чем у зубов, которые находились в функции [58]. Но также есть исследования, опровергающие эту точку зрения. При детальном сравнении жесткого шинирования и его отсутствия вовсе, не было отмечено статистически значимой разницы между группами [107]. Другое исследование, где сравнивалось жесткое и физиологическое шинирование ортодонтической проволокой также не показало разницы между группами [58].

Несмотря на возможные эстетические недостатки, шина должна быть наиболее простой в изготовлении конструкции, легко сниматься врачом. Это важно и для проведения адекватной гигиены рта [47, 118]. По мнению многих авторов, наиболее предпочтительным является полужесткое шинирование, однако есть работы, в которых показана состоятельность удержания зуба в лунке и с помощью швов. Техника подразумевает под собой перекрестный шов с перехлестом через коронку зуба, который должен находиться в инфраокклюзии [138, 136].

При фиксации с помощью ортодонтической проволоки допускается точечный окклюзионный контакт. Шина должна быть зафиксирована таким образом, чтобы не создавать излишнего давления на зуб и стенки альвеолы [58]. Ортодонтическая проволока фиксируется на два рядом стоящих зуба с одной или двух сторон с помощью жидкого композита. Такой метод фиксации позволяет эффективно проводить гигиенический уход за зубами и ртом, что благоприятно сказывается на заживлении раны.

### **1.3.7. Послеоперационный период**

Непосредственно после операции пациенту прикладывают лед на 15-20 минут для снижения послеоперационного отека и уменьшения кровотечения.

Назначается мягкая диета, без употребления горячей пищи. Исключаются физические нагрузки, посещение сауны и бани, а также употребление алкогольных напитков и курение – в соответствии с общепринятыми правилами.

Большинство авторов рекомендуют назначение антибиотика в течение недели, однако с недавнего времени эти рекомендации были пересмотрены, и, соответственно рекомендациям ADA (American Dental Association) и AAPD (American Academy of Pediatric Dentistry) при операциях аутотрансплантации показан однократный прием антибиотика за сутки до операции либо в день операции. Также назначают препараты НПВС и анальгетики по необходимости. Рекомендуется использование раствора хлоргексидина биглюконата 0,05% для полоскания рта, либо 0,12% геля. Снятие швов производят на 7–10 день после вмешательства. Шины можно снять через 2–4 недели после трансплантации. Если после снятия шины определяется подвижность трансплантата более 2 степени, рекомендовано повторное шинирование на более долгий срок.

Контроль в большинстве исследований производят в 3, 6 месяцев и через год и пять лет после операции. Такой подход позволяет контролировать положение пересаженного зуба, уровень гигиены пациента, резорбтивные и воспалительные процессы [66, 68]

### **1.3.8. Ортодонтическое вытяжение трансплантированных зубов**

Многие исследователи доказали, что использование адекватных ортодонтических нагрузок имеет положительный эффект на заживление после аутотрансплантации [76, 96, 108, 117] - также как и предварительная ортодонтическая стимуляция трансплантата, которая тоже имеет положительный эффект в отношении заживления [125, 126]. Правильно приложенная окклюзионная сила улучшает периодонтальное заживление пересаженных зубов. Кроме того, первое время необходимо шинировать трансплантированные зубы после операции вместе с соседними, чтобы стабилизировать трансплантаты в лунке. Тем не менее, не до конца ясно, каким образом пародонт реагирует на механическую стимуляцию разной силы и продолжительности.

Исследование на животных [106] преследовало целью определение гистоморфологической реакции пародонта при немедленной ортодонтической нагрузке после аутотрансплантации в разные периоды времени при разной продолжительности приложения сил. Было доказано, что наиболее благоприятное время для начала ортодонтического вытяжения трансплантированного зуба - от 4 до 8 недель после аутотрансплантации, продолжительность вытяжения 2 месяца.

В другом исследовании [93] после трансплантации в течение 4-х недель не применяли ортодонтические силы, после чего применяли ротацию, боковое и осевое движение (по мере необходимости) с усилиями от дуг, спиралей и эластичных материалов. Средняя продолжительность ортодонтического лечения составила 12 месяцев.

Как отмечено выше, особенно важно, чтобы трансплантат был удален без повреждения периодонта корня [30]. Ортодонтическая подготовка может предшествовать операции в случае неблагоприятного расположения трансплантата. К примеру, горизонтальное небное положение ретинированного клыка верхней челюсти с коронкой, лежащей близко к апексам резцов, иногда делает невозможным атравматическое удаление [76]. В таких ситуациях предварительное ортодонтическое перемещение клыка в более благоприятное положение может облегчить удаление и аутотрансплантацию. После того, как раскрытие пространства завершено и клык занимает благоприятное положение для атравматического удаления, выполняют аутотрансплантацию [59].

### **1.3.9 Стереолитографическое прототипирование**

Техника автоматизированного быстрого прототипирования (CARP) была впервые внедрена в машиностроении и использовалась главным образом для предварительной оценки процедур сборки и изготовления разработанных изделий перед фактическим производством. Это привлекло большое внимание в клинической медицине, особенно в челюстно-лицевой хирургии, для моделирования ортогнатических операций. Учитывая широкие возможности

современного компьютерного моделирования, высокую точность конусно-лучевых томографов, технику прототипирования часто использует при хирургических манипуляциях, в том числе и при аутотрансплантации зубов. В отличие от пересадки мягкотканых органов, для трансплантации твердых тканей, таких как зубы, требуется тщательная подготовка реципиентного ложа, процедура контурирования кости, чтобы зуб донора правильно и свободно располагался в реципиентной зоне [139]. Наиболее важным фактором успешного исхода операции является наличие интактных и жизнеспособных клеток периодонтальной связки на корневой поверхности донорского зуба [104].

Другими факторами, влияющими на заживление периодонтальной связки, являются: экстраоральное время донорского зуба во время пересадки, промежуточная среда, которая используется для хранения донора, хирургическая травма и микробное обсеменение поверхности корня и / или корневого канала зуба [48]. По мнению Нурр и др. (1998) [80], время экстраорального сохранения донорского зуба до трансплантации оказывает наиболее существенное влияние на частоту успеха и может вызывать выраженную резорбцию корня.

Другим важным фактором при трансплантации зубов является расстояние между реципиентной костной тканью и поверхностью корня пересаженного зуба [140]. Оптимальное пространство между стенкой лунки и поверхностью корня может способствовать улучшению уровня кровоснабжения и поступления питательных веществ к клеткам периодонтальной связки. Это приводит к стабилизации кровяного сгустка и в итоге может привести к улучшению показателя успешности трансплантации зуба [142]. Помимо этого, высокая степень конгруэнтности лунки позволяет сократить сроки шинирования зуба и ускорить послеоперационное восстановление.

Не менее важной проблемой при трансплантации зуба является точное препарирование альвеолярной кости реципиентной зоны для исключения соприкосновения донорского зуба со стенками лунки. Для предотвращения гибели клеток на поверхности корня трансплантация должна быть осуществлена



в течение 18 минут [39]. Ранее большинство донорских зубов сначала извлекали и использовали в качестве шаблонов для контурирования кости реципиента. Многократное введение донорского зуба в подготовленную лунку не только повреждает клетки периодонтальной ткани, но и удлиняет время нахождения трансплантата вне полости рта. Ранее была разработана методика, позволяющая изготовить дублирующую модель зуба, которая имеет точно такую же форму и размер, что и донорский зуб, и полость реципиентной кости подготавливается с помощью этой модели, что помогает избежать осложнений, возникающих в результате многочисленных припасовок настоящего донорского зуба.

Также было показано, что использование стереолитографических реплик сокращает экстраоральное время до 5 минут и увеличивает эффективность операции [2, 132].

#### **1.4. Оценка результатов аутотрансплантации у взрослых пациентов**

По данным литературы, коэффициент успешности трансплантации зубов значительно разнится. До сих пор недостаточно изучено воздействие антибиотиков, эндодонтического лечения, протоколов шинирования и морфологии донорского зуба. В таком случае проведение метаанализа является необходимым для систематизации данных о проценте неудачных исходов, корневой заместительной и воспалительной резорбциях, частоте анкилоза у зубов со сформированной верхушкой. Группой ученых Университета Тайпея [60] был проведен метаанализ и разработан протокол в соответствии с контрольным списком PRISMA [113]. Проведена оценка и систематизированы важные критерии успешности проведения операции аутотрансплантации зубов [98; 112]. В частности, установлен процент резорбции, анкилоза и выживаемости у пересаженных зубов со сформированной верхушкой, уточнено влияние приема антибиотиков, время эндодонтического лечения, метода шинирования и значение морфологии донорского зуба на формирование анкилоза, резорбции, и определен процент успешности аутотрансплантации. Согласно критериям включения (проведенная аутотрансплантация не менее 10 человеческих зубов со

сформированными корнями с периодом наблюдения не менее года), были проанализированы исследования, опубликованные в период с 1771–2013 год.

Неудачей считали потерю трансплантата за период наблюдения. Корневая резорбция определялась по рентгенологическим признакам, анкилоз определялся как отсутствие клинической мобильности с резорбцией либо без нее. Физическое состояние пациентов, включенных в исследования, было оценено по следующим параметрам: все пациенты были соматически здоровы и не имели системных противопоказаний к проведению вмешательства. Что касается причины удаления зуба из реципиентной зоны, то в большинстве случаев это было периапикальное воспаление, в сочетании с высокой степенью разрушения зуба. Этот систематический обзор является, по сути, первым комплексным метаанализом операции по аутотрансплантации зубов со сформированными корнями. В исследовании были оценены результаты различных работ, из чего следует, что процент выживания пересаженных зубов варьировал достаточно широко, от 30–100%. Однако, во всех исследованиях результат выживаемости в течение первого года оказывался более 88%. На основании этого метаанализа было показано, что общий процент неудач аутотрансплантированных зубов со сформированными корнями составил всего 2%, 1-летний и 5-летний процент приживаемости составил 98,0% и 90,5% соответственно. Эти результаты совпали с выводами, которые были получены в долгосрочном 5-летнем исследовании аутотрансплантированных зубов со сформированными верхушками [34-36]. Тем не менее, процент неудач может зависеть от таких факторов как эндодонтическое лечение и морфология донорского зуба [29].

Корневая резорбция, связанная с инфекцией (т.е. воспалительная резорбция) - это прогрессирующий процесс резорбции дентина, возникающий в пересаженном либо реплантированном зубе с поврежденной периодонтальной связкой и инфицированной пульпой [65, 69]. В большинстве случаев рентгенологические признаки воспалительной корневой резорбции могут наблюдаться уже через 1-2 месяца после аутотрансплантации либо реплантации

зуба [36 128]. В метаанализе, проведенном Yu-Kang Tu [139] частоту резорбтивных процессов оценивали через год и пять лет после операции и она составила всего 2,1%. В анализ были включены 26 исследований, имеющие долгосрочные наблюдения. Однако, в некоторых исследованиях указанная частота воспалительной резорбции превышала 50%. Возможно, это было вызвано задержкой эндодонтического лечения. С другой стороны, в четырех из двадцати пяти исследований, включенных в анализ авторы сообщают о полном отсутствии воспалительной резорбции [71, 73, 121, 124]. Отсутствие осложнений в виде резорбции корней могло быть обусловлено аккуратной манипуляцией с трансплантатами в этих исследованиях.

Одним из наиболее распространенных осложнений аутотрансплантированных зубов является анкилоз [138]. Это явление может быть вызвано сильным повреждением корневой поверхности донорского зуба во время операции. В результате кость напрямую контактирует с дентином без промежуточного соединительнотканного слоя. В последствие этого, корень начинает резорбироваться и замещаться костью [71]. В отличие от воспалительной корневой резорбции, клинические и рентгенологические признаки анкилоза могут быть обнаружены не ранее чем через год после операции [110]. При оценке результатов 5-летнего срока наблюдения установлено, что частота анкилозирования составила 1,2%. Тем не менее, в двух исследованиях была показана 100% частота анкилоза [22, 72], что могло быть вызвано травматическими повреждениями трансплантата либо длительным экстраоральным временем. Также, в семи исследованиях авторы отмечали возникновение анкилоза [52, 70, 108, 113, 120]. Такой низкий процент анкилоза мог быть результатом минимизации травмы от хирургических манипуляций.

Многолетние наблюдения показали, что антибактериальная терапия может предотвратить осложнения [138]. Однако, недавний систематический обзор показал недостаточный клинический эффект от назначения антибиотиков при пересадке зубов [73]. Проведенный анализ [138] показал, что процент неудачи был

в 2,5 раза выше, а частота резорбций в 1,4 раза больше отмечена в исследованиях без использования антибиотиков. Эти результаты демонстрируют клинические преимущества применения антибактериальной терапии для предотвращения осложнений и увеличения выживаемости аутотрансплантированных зубов [6].

Эндодонтическое лечение крайне важно для успеха аутотрансплантации зубов со сформированными верхушками корней [57]. Тем не менее, рекомендованное время экстирпации пульпы остается спорным. Рекомендации по срокам эндодонтического лечения варьируются в различных источниках от 7 до 14 дней [48, 67, 71, 118]. В проделанном обзоре была установлена связь между экстирпацией пульпы, выполненной по меньшей мере через 14 дней после пересадки, и развитием воспалительной резорбции [133]. Результаты оказались вполне сопоставимыми, если эндодонтическое лечение было проведено в пределах 14 дней. В отличие от этого процент резорбций был в два раза выше, если эндодонтическое лечение было начато более, чем через 14 дней после операции. Этот результат еще раз подтвердил правомерность предыдущих рекомендаций.

Шинирование после аутотрансплантации обеспечивает иммобилизацию трансплантата, способствует стабилизации кровяного сгустка, что приводит к более быстрому заживлению раны [137]. Ригидное шинирование в течение длительного времени может повысить риск анкилоза зубов [73]. В то же время шинирование с помощью швов обеспечивает физиологическую подвижность и окклюзионную нагрузку на трансплантат, что также улучшает периодонтальное заживление. Успех заживления после пересадки не менялся в зависимости от продолжительности шинирования [101, 123]. Тем не менее, очевиден недостаток доказательств о влиянии различных материалов для шинирования, сроков их использования в аутотрансплантации.

В исследовании сравнению подлежал метод шинирования проволочной шиной и способ фиксации зуба швами. Установлено, что вероятность потери трансплантата сразу после операции в случае фиксации швами была выше, но

частота развития анкилоза была в 3 раза ниже, чем у зубов, шинированных проволокой. Однако, поскольку было проанализировано только два исследования, когда способ фиксации был швами [136] - это сообщение следует рассматривать с осторожностью. Отдельный анализ подгруппы зубов, шинированных проволокой, показал, что общий показатель потери зубов при использовании шинирования на время более чем на 14 дней был выше, чем при шинировании на более короткий срок.

На прогноз результатов аутотрансплантации зубов также влияет морфология донорского зуба [9]. При анализе результатов использования зубов трех групп: передние зубы (резцы), премоляры, и моляры, оказалось что частота неудач при аутотрансплантации зубов фронтальной группы была ниже, чем у премоляров и моляров, однако частота резорбции была наименьшая в случаях применения моляров. Более того, частота анкилоза также была ниже у моляров, чем у группы фронтальных зубов и премоляров. Причина высокого процента неудач пересадок моляров могла быть сопряжена с большими нагрузками в дистальном отделе и большей площадью поверхности корня. Однако, недостаточный размер групп выборки и отсутствие данных КЛКТ не позволяют сформулировать окончательное мнение [54].

Анализ литературных данных показал, что исследования с длительным сроком наблюдения указывают на обнадеживающие результаты (успех до 85%) [8, 71]. При этом следует помнить, что методы получения клинических и рентгенологических данных не всегда позволяет объективно оценить состояние зубов после пересадки [11, 15]. Во многих исследованиях успех лечения оценивался лишь по сохранности трансплантата в ротовой полости. Такой вид оценки результатов говорит о недостаточной доказательной базе и необходимости дальнейшего изучения этого вопроса с использованием современных технологий.

Анализ отечественной и зарубежной литературы свидетельствует о том, что проблема лечения пациентов с дефектами зубных рядов методом аутотрансплантации до настоящего времени еще не нашла окончательного

решения во многих аспектах. Интерес к исследованиям, связанным с использованием аутологичного биологического материала, растет с каждым годом, и вопросы аутотрансплантации требуют дальнейшего изучения, что и послужило основанием для проведения данного научного исследования.

## ГЛАВА 2.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

#### 2.1. Характеристика пациентов

На базе отделения клинической и экспериментальной имплантологии НМИЦ ФГБУ «ЦНИИС и ЧЛХ», в период с 2016 по 2020 год проведено исследование эффективности лечения пациентов с частичным отсутствием зубов путем аутотрансплантации третьих моляров с завершенным апексогенезом.

Объектом исследования были 60 человек в возрасте от 18 до 76 лет, которым была проведена аутотрансплантация 62 зубов. Распределение пациентов по возрасту представлено в Таблице 1. Молодые пациенты - 44 человека (73%), среднего возраста - 11 пациентов (18%), и пожилые - 3 пациента (5%).

Таблица 1 – Распределение пациентов по полу и возрасту (по классификации ВОЗ).

Возраст	Мужчины (42%)	Женщины (58%)
Молодой (18-44года)	20	28
Средний (45–59 лет)	2	7
Пожилый (60–74)	3	0

Аутотрансплантацию третьих моляров проводили в лунку удаленных зубов по показаниям. Наиболее подходящими пациентами для лечения методом аутотрансплантации являются мотивированные молодые люди, которым нежелательна либо противопоказана имплантация зубов (при незавершенном росте челюсти).

Показаниями для трансплантации зубов являются:

- наличие первого или второго моляра, подлежащего удалению;

- использование удаленного по ортодонтическим показаниям премоляра для замещения центрального резца;
- репозиция ретинированного клыка в правильное положение.

Причины удаления зубов были разнообразными: периапикальный абсцесс со свищом – 6, периапикальный абсцесс без свища – 22, перелом зуба - 4, патологическая резорбция зубов – 4, кариес цемента – 12 случаев, первичная адентия - 3, вторичная адентия 4 (Таблица 2).

Таблица 2 – Показания для проведения аутотрансплантации зубов.

№	Диагноз	Код по МКБ-10	Количество	
			в/ч	н/ч
1.	Периапикальный абсцесс со свищом	K04.6	2	4
2.	Периапикальный абсцесс без свища	K04.7	14	8
3.	Перелом зуба	S02.5	2	2
4.	Кариес цемента	K02.2	8	5
5	Цервикальная инвазивная резорбция (3 нижних, 1 верхний)	K03.39	1	3
6.	Первичная адентия	K00.0	1	2
7.	Вторичная адентия	K08.1	1	3

Основными критериями для включения пациентов в исследование являлись: частичная адентия с включенным или концевым дефектом, наличие третьих моляров, подлежащих удалению, удовлетворительная гигиена рта и отсутствие соматических заболеваний, нарушающих заживление раневой поверхности. При включении в исследование обязательными требованиями к пациентам являлись: понимание ими сути исследования, строгое выполнение всех рекомендаций врача и рекомендаций по гигиене рта. Каждому пациенту разъясняли цели и задачи исследования, после чего они подписывали информированное согласие на участие в исследовании.

Критериями исключения являлись:



- подвижность зубов при хроническом генерализированном пародонтите тяжелой степени;
- наличие пародонтальных карманов более 5 мм;
- острые инфекционные и вирусные заболевания;
- некомпенсированная соматическая патология;
- поливалентная аллергия;
- психические заболевания;
- наркотическая или алкогольная зависимость;
- заболевания крови, нарушения кроветворной функции;
- сахарный диабет, заболевания слизистой оболочки рта, ревматическая болезнь;
- тяжелые формы гипер- и гипотиреоза, гипер- и гипопаратиреоза
- иммунодефицитные состояния;
- злокачественные новообразования различных органов и систем.

До начала оперативного лечения у всех пациентов оценивали общий соматический статус. В исследование включали пациентов, не имеющих хронических заболеваний в стадии обострения и влияющих на скорость репаративных процессов в полости рта. В исследование были включены пациенты с хронической ишемической болезнью сердца (3 человека). Гипертоническая болезнь с преимущественным поражением сердца, без (застойной) сердечной недостаточности) диагностирована у 9 чел. У 8 пациенток в анамнезе были отмечены заболевания щитовидной железы, связанные с йодной недостаточностью,

Среди обследованных пациентов - 16 человек курили (25%).

Критерии исключения из исследования были стандартными: отказ пациента от участия в исследованиях на этапах обследования и наблюдения, а также невыполнение пациентом регламента исследования.

В первое посещение выясняли жалобы пациентов, проводили сбор анамнеза, внешний осмотр и осмотр полости рта. Проводили рентгенологическое исследование и измерение зубодесневого прикрепления. После обследования устанавливали диагноз и составляли план лечения, который включал определение сроков эндодонтического и хирургического вмешательства.

При клиническом осмотре определяли зубы, подходящие для трансплантации. Степень их ретенции и дистопии определяли по классификации болезней прорезывания зубов по А. Г. Шаргородскому (2000 г.). Согласно этой классификации, ретенированным назывался зуб, находящийся в толще костной ткани челюсти, не прорезавшийся в обычные сроки. Полуретенированный — это зуб, не полностью прорезавшийся через костную ткань или слизистую оболочку. К дистопированным зубам относят зубы, расположенные вне зубной дуги - как прорезавшиеся, так и ретенированные.

Пересадка была проведена в лунку удаленного зуба – 53 (88,3%) и в искусственно созданную лунку в нативной кости – 9 (11,7%). Для аутоотрансплантации использовали зубы как верхней - 40 (68%), так и нижней челюсти - 22 (32%). При этом 22 (36%) донорских зуба полностью прорезались и участвовали в жевании, 32 донорских зуба (50%) были полуретенированы либо дистопированы и не участвовали в жевании, 8 (14%) зубов были полностью ретенированы (Таблица 3).

У 19 (30%) пациентов во время операции была использована 3D-модель в 43 (70%) случаях аутоотрансплантация была проведена без использования модели.

Время нахождения трансплантата вне полости рта составило менее 5 минут у 28 (46%) пациентов, 5-20 минут у 32 (51%) пациентов, более 20 минут у 2-х (3%) пациентов.

Коррекция формы коронковой части зуба потребовалась в 16 (25%) случаях, пародонтальная повязка была наложена в 22 (35%) случаях.

Таблица 3 – Распределение донорских зубов в зависимости от анатомического положения.

Состояние донорских зубов	Расположение зубов	
	в/ч	н/ч
Полная ретенция и дистопия	6	2
Частичная ретенция и дистопия	24	6
Норма (зуб полностью прорезан, зуб в прикусе)	14	8

Реципиентные зоны в области верхней и нижней челюстей составили: 32 сверху и 30 снизу соответственно. Из них включенных дефектов было 37 (60%), концевых 25 (40%). У 37 пациентов было установлено хроническое периапикальное воспаление (62%), у 25 человек воспалительных изменений на рентгенограмме не было установлено (Рисунок 15).

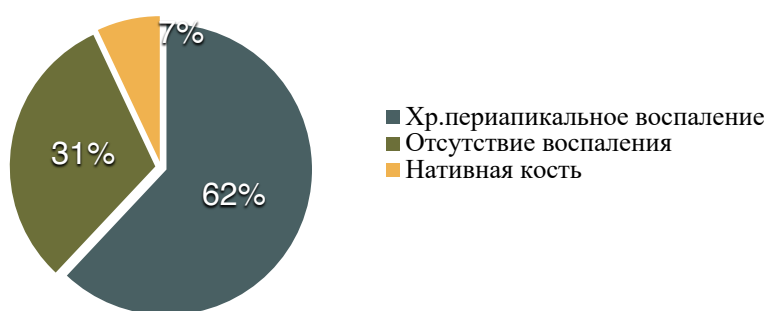


Рисунок 15– Частота встречаемости воспалительного процесса в реципиентной зоне

## 2.2. Структура исследования

Группы сравнения составили пересаженные зубы и интактные зубы той же челюсти с противоположной стороны. В случае отсутствия тех же зубов с противоположной стороны обследовали зубы той же групповой принадлежности, при полном отсутствии зубов - пациенты в исследование не включались.

## 2.3. Хирургический этап аутотрансплантации

Всем пациентам, включенным в данное исследование, проводили аутотрансплантацию третьих моляров с завершенным апексогенезом, в лунку удаленного зуба или в заново сформированную в нативной кости лунку. Хирургический этап включал в себя операцию по формированию реципиентного ложа, удаление донорского зуба, позиционирование и фиксация донорского зуба в лунке удаленного, ушивание мягких тканей и наложение швов.

### 2.3.1. Формирование реципиентного ложа

Формирование реципиентного ложа в лунке удаленного зуба и в нативной кости проводили с помощью физиодиспенсера NSK Nakanishi (Япония) Surgic PRO Opt. Использовали фрезы, входящие в имплантологический набор Thommen, а также хирургический твердосплавный шаровидный бор N 30. Набор инструментов для формирования реципиентного ложа представлен на Рисунке 16.



Рисунок 16 – Набор инструментов для формирования костного ложа под трансплантат

Для коррекции лунки удаленного зуба убирали костную ткань, находящуюся в зоне фуркации и при необходимости расширяли боковые стенки лунки. Вхождение трансплантата в лунку должно было быть пассивным и свободным без касания стенок лунки.

Для формирования новой лунки использовали направляющие из имплантологического набора, глубиномер. Припасовка донорского зуба производилась с помощью стереолитографической модели трансплантата.

### **Метод формирования костного ложа с помощью индивидуальной ультразвуковой насадки.**

Формирование костного ложа под трансплантат может проводиться как в лунке удаленного зуба, так и в нативной кости. При формировании полости следует учитывать, что трансплантат должен свободно располагаться в лунке, не контактируя с костью альвеолы, во избежание травмирования цемента корня и предупреждения резорбции. Однако, слишком свободное его положение может привести к потере зуба при утрате удерживающей шины и к последствиям, связанным с несоразмерно большим объемом лунки: увеличивается риск инфицирования лунки.

В настоящее время в дентальной хирургии и имплантологии при работе с костной тканью широко используются комбинированные методы с применением ультразвуковой остеотомии. При реализации такого подхода в результате кавитации образуются воздушные пустоты, которые постепенно увеличиваются и разрываются. При обильной ирригации, которая необходима для охлаждения ультразвуковых насадок, этот феномен обладает антибактериальным и антисептическим эффектом.

Для доработки лунки удаленного зуба, а также для формирования лунки в нативной кости была использована разработанная нами индивидуальная ультразвуковая насадка (Рисунок 17).



Рисунок 17 – Формирование реципиентного ложа в нативной кости

Предварительно насадку стерилизовали. При сопровождении обильного водяного охлаждения с небольшим нажимом, кратковременно касались насадкой формируемого ложа таким образом, чтобы оно постепенно углублялось на 1–2 мм. Формирование лунки осуществляли с обильным водяным охлаждением, на высокой мощности ультразвукового аппарата. Положение будущего трансплантата определяли заранее, таким образом, чтобы толщина кортикальной пластинки кости составляла не менее 2 мм.

После достижения необходимой глубины лунку промывали физиологическим раствором и проводили примерку сначала полимерной стереолитографической модели, а затем зуба.

### 2.3.2. Удаление и хранение донорского зуба

Удаление ретинированных и дистопированных зубов проводили минимально травматично с помощью пьезохирургического наконечника. При полном прорезывании донорского зуба удаление проводили с помощью тонких периотомов, элеваторов и щипцов без травматизации корневой части зуба. После удаления зуб трансплантировали в лунку в кратчайшие сроки.

В качестве промежуточной среды был использован раствор хлорида натрия в концентрации 0,9% в 28 случаях (48%), и 22 случаях (37%) суспензия, полученная из антибиотика Аугментина (625мг) и физиологического раствора. В 12 случаях (20%) промежуточные среды не использовали, так как зуб был немедленно трансплантирован в лунку. Экстраоральное время всех трансплантатов было менее 5 минут в 28 случаях (44%), от 5 до 20 минут в 32 случаях (53%) и более 20 минут в 2 случаях (3%) (Таблица 4).

Таблица 4– Время экстраорального содержания донорских зубов.

<b>Промежуточная среда</b>	<b>&lt;5 минут</b>	<b>5–20 минут</b>	<b>&gt;20 минут</b>
Физиологический раствор	11	17	1
Физиологический раствор+ Аугментина (625мг)	6	15	1
Отсутствовала	12	0	0

Суспензию антибиотика применяли при наличии воспалительного процесса в лунке реципиента.

### 2.3.3. Резекция верхушки корня и ампутация корня донорского зуба

При несоответствии параметров лунки и пересаживаемого зуба проводили резекцию верхушки корня либо ампутацию одного из корней. Резекция верхушки была необходима в случаях близкого расположения анатомических образований:

дна гайморовой пазухи, канала нижнечелюстного нерва. При переломе верхушки корня зуба во время удаления донора проводили резекцию. Ампутация была показана при дивергенции корней. Манипуляции проводили по протоколу:

- зуб удерживали за коронку в руках с помощью стерильного тампона из мягкой марли, смоченного физ. раствором;
- необходимую часть корня, подлежащую резекции в случае недостатка места в лунке, срезали сепарационным диском, установленным в наконечник физиодиспенсера с обильным водяным охлаждением;
- просвет корневого канала обрабатывали ультразвуковой насадкой для ретроградного препарирования (NSK) с обильным водяным охлаждением;
- отпрепарированную часть корневого канала плотно заполняли материалом ProRoot MTA (Dentsply).

#### **2.3.4. Позиционирование и фиксация трансплантата.**

Позиционирование трансплантата контролировали по вертикальной и горизонтальным плоскостям с помощью прицельной рентгенографии. Глубину погружения определяли краем кортикальной пластиной кости: цементно-эмалевая граница трансплантата должна находиться на 1 мм выше края кортикальной пластинки для формирования правильного соединительнотканного и эпителиального прикрепления. Фиксацию ауто трансплантата проводили односторонней либо двухсторонней ортодонтической лигатурой толщиной 0,5 мм. Лигатуру фиксировали по адгезивному протоколу жидким композитом Estelite (Токоуама). Оклюзионную коррекцию проводили после фиксации шиной. Оклюзионные контакты убирали оливовидным бором с красной маркировкой с последующим шлифованием и полированием (Рисунок 18) .  
Коррекция формы коронковой части трансплантата по апроксимальным контактам проводилась во время припасовки зуба в лунку в 16 случаях из 62 (26%).





Рисунок 18 – Двусторонняя фиксация трансплантата ортодонтической лигатурой

После позиционирования зуба в лунку проводили шинирование шиной из композита либо двустороннее шинирование ортодонтической проволокой в 38 случаях (61%), односторонней проволокой в 19 случаях (31%). Для шинирования использовали адгезивную систему Forcebond (Токоуама) и жидкотекучий композит Estelite Quick fill (Токоуама). При фиксации зуба швами в 5 случаях (8%) шинирование не проводили. В случаях, когда не удавалось добиться плотного контакта мягких тканей десны с шейкой зуба, накладывали пародонтальную повязку. Это позволяло минимизировать риск проникновения инфекции и закрыть пародонтальный карман. Пародонтальная повязка Septorack (Septodont) была наложена 22 пациентам, что составило 36% случаев. Повязку не использовали у 40 пациентов (64%).

### **2.3.5. Ушивание мягких тканей, наложение швов**

Для формирования кругового соединительнотканного и эпителиального прикрепления при необходимости производили пластику мягких тканей с использованием методики транспозиции лоскута и мануальное сближение краев раны. Мягкие ткани полностью ушивали. При необходимости использовали пародонтальные повязки Septorack (Septodont) (Рисунок 19).

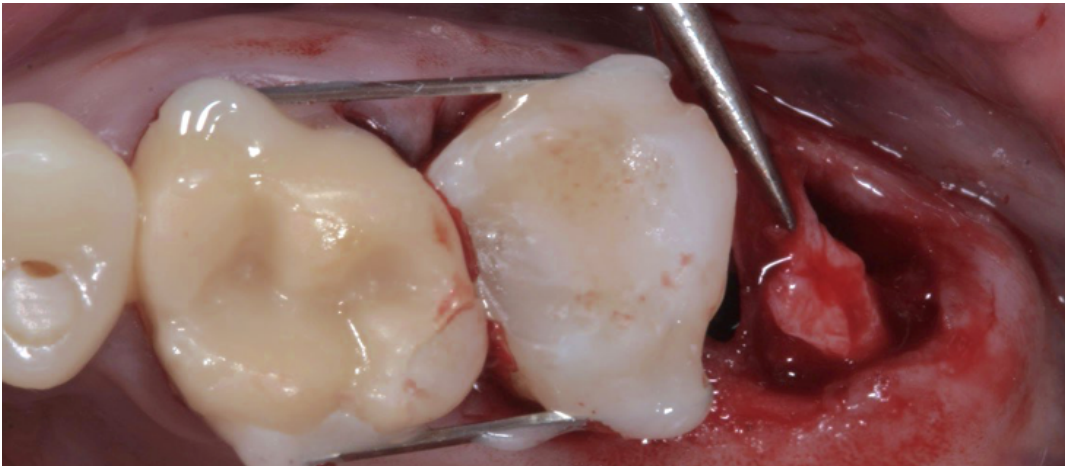


Рисунок 19 – Этап перемещения мягко-тканного лоскута на ножке для полного ушивания шейки зуба

#### **2.4. Терапевтические этапы аутотрансплантации**

В зависимости от клинической ситуации эндодонтическое лечение подлежащих трансплантации зубов было проведено до операции в 9 случаях (14%), во время операции *ex-vivo* - в 15 (24%) случаях, в срок от 0 до 2-х недель после операции в 36 (59%) случаях и лечение не проводили у 2-х пациентов (3%).

Резекция верхушки корня была проведена в 15 случаях (25%), в основном из-за недостатка места в реципиентной зоне. Резецированные верхушки зубов пломбировали ретроградно материалом ProRoot (Dentsply).

Депульпирование и пломбирование временным материалом на основе гидроксида кальция (“Кальцетин” Технодент) было проведено до операции в 9 случаях (15%), во время операции в 15 случаях (25%), , в течение 2-х недель после операции в 28 (45%) случаях в период от 2-х до 3-х недель в 8 случаях (12%). В 2 случаях (3%) пломбирование корневых каналов не проводили по причине широкого апикального отверстия (более 1мм). До оперативного вмешательства окончательное пломбирование было проведено в 7 случаях (11%), во время операции - в 14 случаях (22%). Постоянное пломбирование корневых каналов

течение 2-х недель после операции осуществляли у 2-х пациентов (3%), а в срок от 2- до 3-х недель в 37 случаях (61%) (Таблица 5).

Таблица 5 – Сроки депульпирования и пломбирования корневых каналов зубов-трансплантатов.

Сроки депульпирования и пломбирования	Депульпирование и временное пломбирование		Постоянное пломбирование	
	абс	%	абс	%
до операции	9	15	7	11
во время операции	15	25	14	22
0–2 недель после операции	28	45	2	3
2–3 недели после операции	8	12	37	61
Отсутствие лечения	2	3	2	3

При формировании доступа к корневому каналу использовали турбинный наконечник с алмазным шаровидным бором и обильным водяным охлаждением. Полость формировали на жевательной поверхности зубов с соблюдением принципов минимальной инвазивности. Эндодонтическое лечение включало механическую обработку корневых каналов, ирригацию, пломбирование. Обработку корневых каналов выполняли с использованием операционного микроскопа Carl Zeiss.

#### **2.4.1. Эндодонтическое лечение зуба-трансплантата в полости рта**

Эндодонтическое лечение зуба-трансплантата в полости рта до операции осуществляли при условии его полного прорезывания, достаточном открывании рта пациента, а также при возможности наложения коффердама. При невозможности соблюдения данных условий эндодонтическое вмешательство переносили на послеоперационный период либо обработку каналов проводили во время операции *ex-vivo*.

После проведения проводниковой и/или инфильтрационной анестезии Sol.Ultracaini DS 1:200000 1,7 ml накладывали коффердам. Кламмер коффердама фиксировали на донорский либо на позади стоящий зуб, если трансплантация уже была проведена. Это позволяло избежать травмирования периодонтальных волокон дужками кламмера. После этого проводили формирование центрального доступа и экстирпацию пульпы.

Механическую обработку корневых каналов проводили до размера 40/04 Profile, Protaper (Dentsply) в небных и дистальных каналах и 35/04 в остальных каналах. Ирригацию проводили раствором Гипохлорита натрия 3% (Parcan 3%, Septodont) с ультразвуковой активацией (Endochuck NSK) и ЭДТА 17% (MD cleanser Meta biomed). Пломбировали методом вертикального уплотнения гуттаперчи с силером AN plus (Dentsply). Полость доступа закрывали пломбировочным материалом Estelite (Токоуама). Полирование реставрации производили резинками Enhance (Dentsply) и Diamond polish (Токоуама). (Рисунок 20).

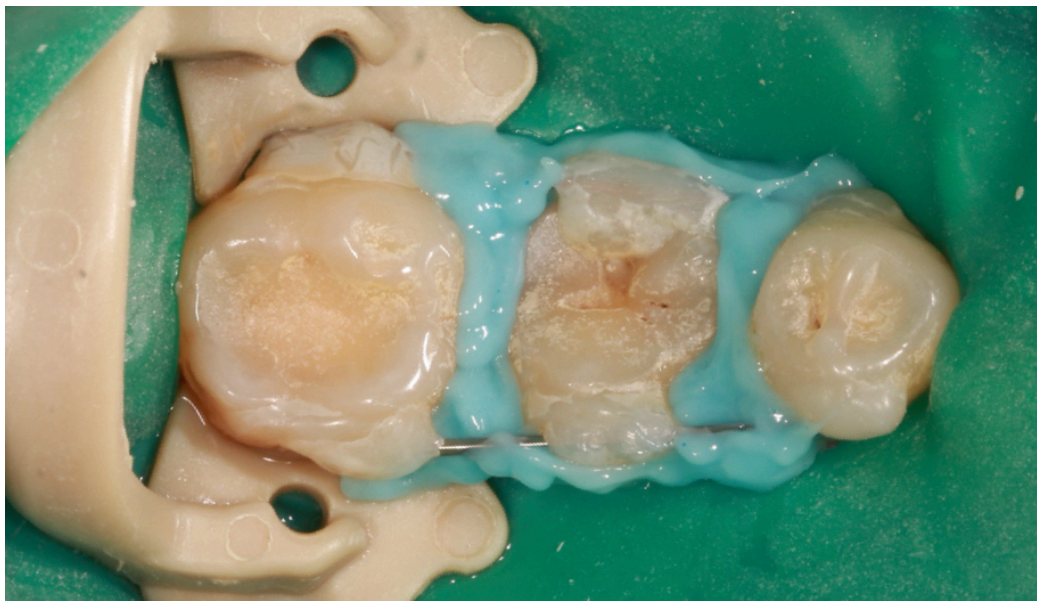


Рисунок 20 – Наложение коффердама

#### 2.4.2. Эндодонтическое лечение вне полости рта

Эндодонтическое лечение вне полости рта планировали заранее и проводили только при невозможности установки коффердама - как до, так и после вмешательства, при отсутствии позади стоящего зуба. Для минимальной травматизации периодонта трансплантируемого зуба оператор удерживал зуб в руке за коронковую часть через стерильный мягкий марлевый тампон, обильно смоченный физ. раствором, таким образом чтобы минимизировать контакт с периодонтальной связкой. (Рисунок 21). Желательно, чтобы время нахождения зуба вне полости рта не превышало 18 минут. Далее проводили формирование центрального доступа и экстирпацию пульпы.



Рисунок 21 – Эндодонтическое лечение вне полости рта

Механическую обработку корневых каналов проводили до размера 40/04 инструментами Profile, Protaper (Dentsply) в небных и дистальных каналах и 35/04 в остальных каналах. Ирригацию производили раствором хлоргексидина 0,05% так как пульпа зубов была интактна, а ирригация другими растворами могла вызвать ожог клеток периодонта.

#### 2.5. Послеоперационный протокол наблюдения

Всех пациентов обучали правилам гигиенического ухода за ртом, а за 5-7 дней до операции проводили курс профессиональной гигиены рта. Послеоперационный протокол наблюдения был типичным для оперативных вмешательств на тканях пародонта и при имплантации и включал: прикладывание

льда в течение 20 мин, с перерывом 30 мин 5-6 раз в течение 4 часов, исключение физических нагрузок, бань и саун в течение 3-х дней, соблюдение диеты без горячей пищи.

В послеоперационном периоде пациентам была назначена медикаментозная терапия в виде профилактического приема антибиотиков, антигистаминных, противогрибковых препаратов. Из антибиотиков широкого спектра пациентам назначались Амоксициллин 250 мг 2 раза в день 5 дней либо Рулид 150 мг 2 раза в день 5 дней. Антигистаминный препарат – Кларитин 10 мг 1 раз в сутки 3 дня. Нестероидные противовоспалительные препараты (НПВС) Кетонал либо Найз 1 таблетка при боли, но не более 3 таблеток в сутки. Кроме того, для профилактики развития дисбиотических состояний назначали пробиотики Бифиформ 2 капсулы 2 раза в день 10 дней. Для профилактики кандидозов Флюкостат 150 мг 1 раз на 3-й день приема антибиотиков. Ротовые ванночки в первые сутки, далее полоскание Хлоргескидином 0,05% либо Сугарох 0,12%. Также назначалась мягкая щетка для чистки в области вмешательства в течение двух недель.

После операции обследование пациентов проводили через 7, 14 дней, далее через 1, 3, 6, 12, 24 месяца.

Для удобства ведения пациентов в ближние и отдаленные сроки наблюдения после проведенной аутотрансплантации нами был предложен лист контрольных наблюдений, в который вносили данные проведенных осмотров и манипуляций (Рисунок 22).

Дата	.	.	.	<input type="checkbox"/> снятие швов
7 дней				<input type="checkbox"/> проф гигиена
Splint	Inf	Mob	<input type="checkbox"/> фото	
			<input type="checkbox"/>	

Дата	.	.	.	<input type="checkbox"/> эндо ( )
14 дней				<input type="checkbox"/> проф гигиена
Splint	Inf	Mob	<input type="checkbox"/> фото	
			<input type="checkbox"/>	

Дата	.	.	.	<input type="checkbox"/> эндо ( )
1 месяц				<input type="checkbox"/> проф гигиена

Дата	.	.	.	<input type="checkbox"/> эндо ( )	
6 месяцев				<input type="checkbox"/> проф гигиена	
RVG	Inf	Mob	<input type="checkbox"/> фото		
			<input type="checkbox"/> рентгенограмма		
Periodontal status			Periotest		
1	2	3	4	5	6

Дата	.	.	.	<input type="checkbox"/> рентгенограмма
1 год				<input type="checkbox"/> проф гигиена
RVG	Inf	Mob	<input type="checkbox"/> фото	

Рисунок 22 – Лист послеоперационных осмотров

Воспаление краевой десны в области трансплантата оценивали как катаральное (гиперемия, отек) экссудативное (появление гнойного экссудата из зубо-десневой борозды при пальпации и отсутствие воспаления (десна бедно-розовая, без признаков отека).

В первую неделю оценивали наличие боли, отека, воспаления. Через 7 дней после операции проводили снятие швов, мед. обработку зоны вмешательства, снятие налета по необходимости. Оценивали сохранность удерживающей шины, состояние краевой десны. Через 14 дней помимо указанных манипуляций проводили эндодонтическое лечение зуба по показаниям. Через 1 месяц проводили снятие удерживающей шины, оценку подвижности зуба. Через 3 месяца и далее, через 6, 12, 24 месяца проводили зондирование пародонтального прикрепления, периотестометрию, прицельную внутриротовую радиовизиографию. Через 3 месяца выполняли прямую реставрацию композитным материалом для восстановления апроксимальных контактных пунктов при необходимости. Через 6 месяцев выполняли восстановление с помощью искусственной коронки по показаниям (Рисунок 24).

При клиническом обследовании проводили измерение глубины зубо-десневого прикрепления в 6 точках: 3 с вестибулярной и 3 с оральной стороны зубов (Рисунок 23).

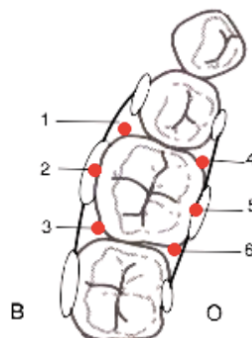


Рисунок 23 – Точки измерения глубины пародонтальных карманов

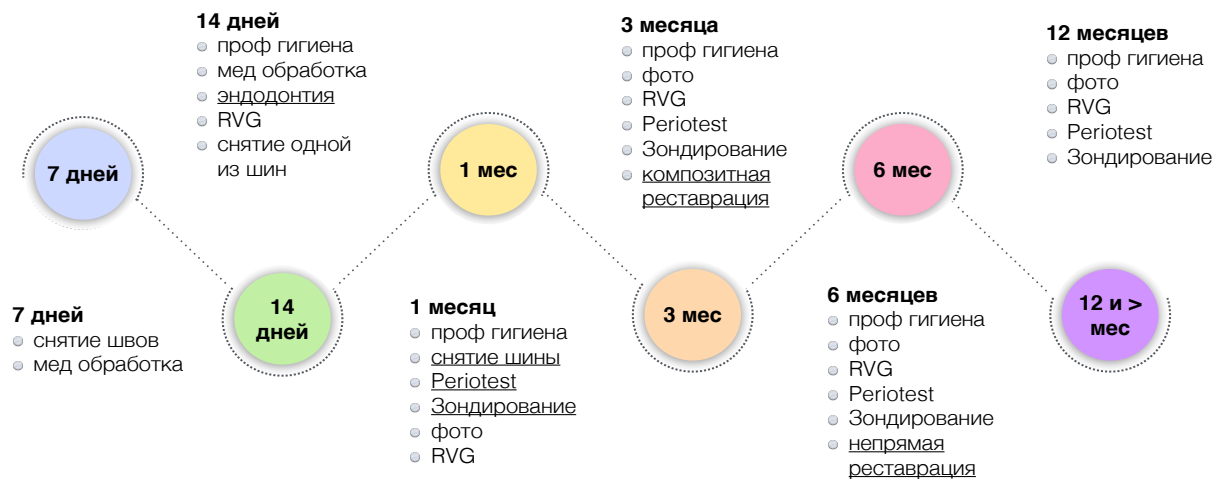


Рисунок 24 – Схема послеоперационных осмотров и манипуляций

## 2.6. Метод стереолитографического прототипирования 3D-моделей трансплантируемых зубов

Стереолитографическое прототипирование — это метод, позволяющий изготовить дублирующую модель зуба, которая имеет аналогичную форму и размер, как и донорский зуб. С помощью этой модели подготавливали полость реципиентной кости путем припасовки модели в лунке. Это помогает избежать осложнений, возникающих в результате многочисленных припасовок настоящего донорского зуба.

Метод прототипирования использовали для изготовления реплик трансплантатов в сложных клинических условиях, где требовалось препарирование лунки реципиентного ложа в нативной кости или предполагалось большое количество примерок трансплантата. Для трансплантации твердых тканей, таких как зубы, требуется тщательная подготовка реципиентного ложа и процедура контурирования кости. Эти условия необходимо соблюсти для того, чтобы зуб донора свободно располагался в реципиентной зоне (Рисунок 25).





Рисунок 25 – Припасовка стереолитографической модели в сформированную лунку

### **2.7. Определение функционального состояния пародонта трансплантированных зубов методом периотестометрии**

Периотестометрия — это доступный биофизический параметр, который характеризует демпферную способность пародонта конкретного зуба и его подвижность. Несомненным преимуществом метода является его объективность и высокий уровень воспроизведения результатов как одним, так и несколькими операторами, а также разными приборами Periotest (Рисунок 26).



Рисунок 26 – Аппарат Periotest-M (Gulden, Германия)

Рабочим элементом в наконечнике является боек, включающий пьезоэлемент, работающий в двух режимах: генераторном и приемном (Рисунок 27).



Рисунок 27 – Рабочий боек аппарата Перитотест

При контакте с зубом прибор отображает значение, называемое «значением перитотеста» (PTV). Это значение рассчитывается, исходя из времени контакта между головкой насадки прибора и зубом, и находится в диапазоне от минус 8 до плюс 50, что соответствует четырем различным степеням подвижности (Таблица 6).

Таблица 6 – Критерии распределения значений прибора Periotest и классификации подвижности зубов по Миллеру.

<b>Классификация по Миллеру</b>	<b>Показатели подвижности</b>	<b>PTV</b>
Подвижность не определяется	0	-8 до +9
Имеется регистрируемая подвижность	1	10-19
Коронка зуба смещается на 1 мм от нормальной позиции	2	20-29
Подвижность легко определяется, коронка смещается более, чем на 1 мм, зуб может ротироваться в лунке	3	30-49

Периотестометрию выполняли на всех этапах постоперационного периода после снятия удерживающей шины. Для наибольшей достоверности измерения проводили двумя клиницистами по определенной методике с обязательной предварительной калибровкой прибора. Измерения выполняли в горизонтальной плоскости в трансверзальном направлении. Пациент при этом находился в сидячем положении. Помимо трансплантированных зубов проводили замеры соседних и противоположных зубов для контроля точности измерений. Подвижность измерялась через 3, 6, 12, 24 месяца после операции.

## **2.8. Методы рентгенологических исследований**

Всем 60 пациентам, участвовавшим в исследовании, было проведено рентгенологическое обследование, которое включало:

- внутриротовую контактную цифровую рентгенографию (радиовизиография);
- ортопантомографию
- конусно-лучевую компьютерную томографию (КЛКТ).

Конусно-лучевую томографию проводили всем пациентам перед операцией с целью подробного изучения анатомии донорских зубов и реципиентного ложа, определения показаний для включения пациента в исследование, а также для возможности изготовления стереолитографической реплики донорского зуба в определенных клинических случаях. Стереолитографическую модель зуба (реплика) изготавливали в случаях, когда требовалась высокая точность конгруэнтности поверхностей зуба и лунки, а также для изготовления пьезохирургической насадки.

Непосредственно во время и после операции, проводили внутриротовую прицельную рентгенографию для контроля позиции трансплантата. Контактную рентгенографию выполняли при плановых осмотрах через 3, 6, 12, 24 месяца после операции.

### 2.8.1 Внутриротовая контактная цифровая рентгенография (радиовизиография)

Цифровая контактная рентгенография выполняли на рентген-аппарате CS 2200, CARESTREAM (KODAK). Метод внутриротовой контактной цифровой рентгенографии использовали во время операции для контроля положения трансплантата в реципиентной лунке. Необходимым условием при позиционировании было сохранение принципов биологической ширины для формирования правильного десневого прикрепления. Контролировали положение зуба в горизонтальной и вертикальной плоскостях. На рентгенограмме оценивали положение цементно-эмалевой границы трансплантата, которая должна была находиться на 1 мм выше края кортикальной пластинки альвеолы (Рисунок 28).



Рисунок 28 – Прицельная рентгенограмма, выполненная сразу после операции для контроля положения зуба в лунке

Последующие рентгенологические исследования проводили при плановых осмотрах для контроля заживления костной ткани, формирования периодонтальной связки и диагностики резорбций. При динамическом наблюдении обращали внимание на гладкость поверхности корня трансплантата, равномерность просвета периодонтальной связки, а также однородность костных структур (Рисунок 29).



Рисунок 29 – Прицельная рентгенограмма, выполненная через 6 месяцев после операции для контроля состояния пространства периодонтальной связки

### **2.8.2 Ортопантомография**

Ортопантомография являлась диагностическим методом исследования, который позволял сделать первичную оценки возможности проведения аутотрансплантации. Основное количество пациентов обращались по поводу удаления зубов, имея на руках ортопантомограмму, что позволяло снизить необходимость дополнительной лучевой нагрузки.

### **2.8.3. Дентальная конусно-лучевая компьютерная томография**

В нашем исследовании КЛКТ выполняли на аппарате New Tom 3G (QR, Италия). На этапе отбора пациентов для проведения операции метод конусно-лучевой компьютерной томографии являлся основополагающим, при этом оценивали расположение донора в кости, степень его ретенции и возможность атравматичного удаления. Также оценивали размер и анатомию корней, проводились предварительные расчеты объема реципиентной зоны и трансплантата (Рисунок 30).



Рисунок 30 – Срез компьютерной томограммы для оценки анатомии корней и принятия решения о трансплантации

## 2.9. Статистические методы обработки полученных результатов

Для статистической оценки полученных данных и построения графиков и диаграмм использовали специализированное программное обеспечение: IBM SPSS v.23 (США) и GraphPad Prism 7 (США).

С целью предварительной оценки самостоятельного и сочетанного влияния каждого фактора на подвижность реплантированных зубов и глубину пародонтальных карманов на разных сроках наблюдения использовали многофакторный дисперсионный анализ (MANOVA) и общую линейную многомерную модель для связанных выборок. В последствии использовали тест на нормальность распределения Д'Агостино-Пирсона. В связи с тем, что в большинстве групп распределение не было нормальным, предпочтение отдавали непараметрическим тестам. Так, для оценки воздействия исследуемых факторов и межгруппового сравнения использовали тест Манна-Уитни для сравнения двух групп и тест Краскала-Уоллиса - для сравнения трёх и более групп с апостериорным тестом Данна. На рисунках изображали медиану и доверительные

пределы при фактическом уровне доверия приближенном к 95%. Статистически значимые различия между группами, обозначали символом « $\longleftarrow$ ». Сила различий обозначена в соответствии с требованиями Американской ассоциации физиологов (АРА): «\*» соответствует  $p < 0,05$ ; «\*\*» –  $p < 0,01$ ; «\*\*\*» –  $p < 0,001$ . Изменение исследуемых параметров во времени оценивали с помощью теста Фридмана с апостериорным тестом Данна для связанных выборок; статистически значимые различия, выявленные этим тестом, обозначали на графиках символом «#». Оценку наличия корреляционной связи давали с помощью теста Спирмена с последующим построением точечных диаграмм. Уровень достоверности принимали за 5% ( $\alpha = 0,05$ ) то есть за статистически значимые различия принимали результаты с вероятностью ошибки отклонения от нулевой гипотезы меньше 5% ( $p < 0,05$ ).

### **ГЛАВА 3.**

## **РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

С конца 80 годов прошлого столетия количество исследований по проблеме аутотрансплантации зубов значительно сократилось. В начале нового столетия интерес к проведению исследований, связанных с трансплантацией зубов и проведению зубосохраняющих операций, возобновился. В современных условиях развитие медицинской техники и появление новых медицинских технологий позволяют значительно расширить возможности метода аутотрансплантации зубов для повышения качества оказания стоматологической помощи.

### **2.1 Результаты клинико-лабораторных исследований**

На момент последнего обследования 54 трансплантированных зуба находятся в полости рта, активно функционируют. Пациенты жалоб не предъявляют. За весь срок наблюдения из 62 зубов было удалено 6 зубов: 1 по причине отлома вестибулярной кортикальной пластинки кости через 1 месяц после операции, 3 по причине воспалительной резорбции, 1 по причине агрессивной заместительной резорбции, 1 по причине высокой подвижности вследствие крайне низкого уровня костной ткани в реципиентной зоне – через 3 месяца после операции.

Через 7 дней после операции у 7 пациентов (4,2%) наблюдали незначительный отек мягких тканей. В остальных случаях отека не наблюдалось. В 20-ти случаях при осмотре полости рта была отмечена локальная гиперемия и припухлость слизистой оболочки рта в области вмешательства. У 3-х пациентов при пальпации было выявлено появление экссудата из вновь образованной зубодесневой борозды.

Через 14 дней после операции явления гиперемии сохранялись у 13 из 20 пациентов.

Через 1 месяц после операции явления гиперемии сохранялись у 6 пациентов, явления экссудации из пародонтального кармана сохранялись у 3-х



пациентов. Экссудативное воспаление, выявленное в 3-х случаях ранее, продолжалось и далее. Всем пациентам были сняты удерживающие шины. В этот срок проводили первое исследование подвижности трансплантированных зубов. Подвижность 3 степени была обнаружена у 5 пациентов с катаральным и экссудативным воспалением.

Осмотр, проведенный через 2 месяца после операции, выявил явления гиперемии у 10 пациентов, а экссудативное воспаление у 2-х пациентов. Подвижность 3 степени оставалась у 5 человек. Высокая степень подвижности трансплантированных зубов явилась объективным критерием для их удаления (Таблица 7).

Через 3 месяца после операции явления катарального воспаления были выявлены у 4 пациентов. При этом подвижность 2 степени наблюдалась у 2-х пациентов, 1 степени у 4-х пациентов. Остальные имели нормальную подвижность. Данные рентгенологического обследования показали равномерное пространство периодонтальной связки шириной около 1 мм в 37 случаях. Неравномерное и прерывистое пространство связки в 12 случаях, отсутствие пространства периодонтальной связки в 6 случаях.

Таблица 7. Частота послеоперационных осложнений

Сроки	Отек	Гиперемия краевой десны	Экссудативное воспаление	Подвижность 3 степени	Анкилоз
7 дней	7	20	3	- *	-
14 дней	0	13	3	-	-
1 мес	0	6	3	5	-
3 мес	0	4	2	5	-
6 мес	0	0	0	4	-
12 мес	0	0	0	0	6
24 мес	0	0	0	0	6

\*-не измерялось

Динамическое наблюдение за пациентами после аутотрансплантации позволило вовремя устранять негативные последствия после операции, такие как отлом вестибулярной кортикальной пластинки кости, наличие пародонтальных карманов, воспалительная резорбция. Динамическое наблюдение в течение первых 6 месяцев является необходимым при проведении аутотрансплантации.

### **3.1.1. Оценка демпфирующей способности периодонта.**

Демпфирующую способность периодонта трансплантированных зубов оценивали через 3 – 6 – 12 – 24 месяца после операции. Фиксирующая шина была снята через месяц после операции. Для сравнения были оценены характеристики симметричных зубов у каждого пациента.

В результате было показано, что через 3 и 6 месяцев подвижность трансплантированных зубов статистически значимо не отличалась от подвижности первых моляров на противоположной стороне (Рисунок 31). Однако, через 12 и 24 месяцев наблюдения пересаженные зубы имели более прочное прикрепление к челюсти, что также подтверждалось данными рентгенограмм (Рисунок 33). По сравнению с предыдущими сроками на 6 и 12 месяцах наблюдалось статистически значимое снижение подвижности трансплантированных зубов, которое прекращалось к 24 мес. Полученные данные демонстрируют, что через 1 год трансплантированные зубы стабилизируются. Также было показано, что на исследуемых сроках от 3 и до 24 месяцев по данным прибора Periotest у трансплантированных зубов нет статистически значимых рисков к подвижности или полному анкилозированию (Рисунок 31). Статистически значимых изменений в динамике подвижности контрольных зубов выявлено не было, что свидетельствует о правомерности выбора контрольных значений.

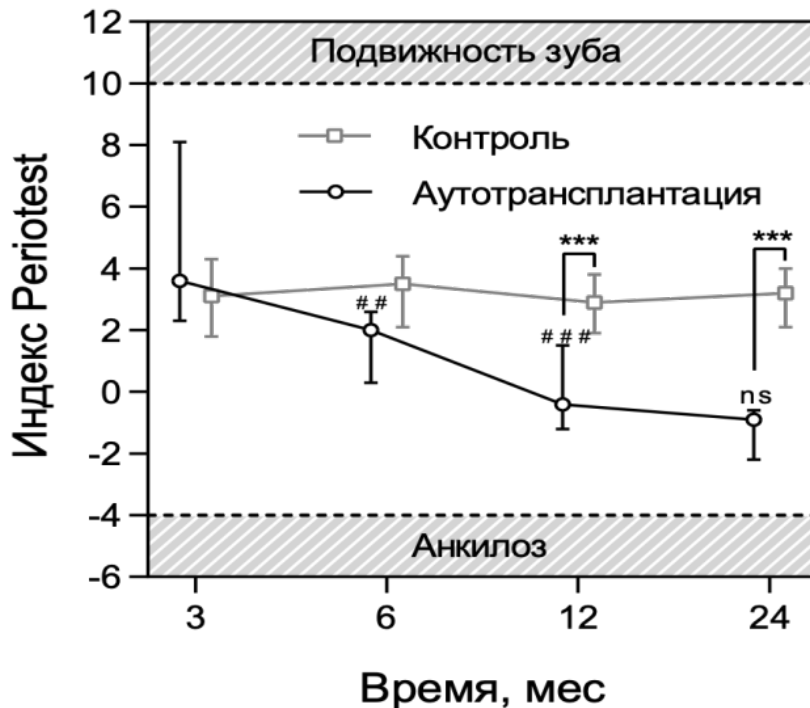


Рисунок 31 – Динамика изменения индекса Periotest у трансплантированных зубов и контрольных зубов с противоположной стороны. *Примечание: в соответствии с ранее проведенными скрининговыми исследованиями, значения выше десяти свидетельствуют о подвижности зуба, а меньше минуса четырёх о его анкилозе.*

### 3.1.2 Клиническое исследование глубины зубо-десневого прикрепления

Среди клинических методов оценки пародонтального статуса значительное место принадлежит индексам, позволяющим провести оценку состояния пародонтальных тканей, определить степень распространения процесса, составить представление об интенсивности его течения.

Исследование состояния пародонта позволило выявить, что глубина зубодесневого прикрепления у трансплантированных зубов не превышала 3 мм в течение всего срока наблюдения. Исключение составили только дистальные участки, в случае заполнения трансплантированным зубом концевых дефектов ( $p < 0,001$ ) изменение которых не зависело от срока наблюдения ( $p = 0,777$ ) (Рисунок

32, Таблица 8). Статистически значимое воздействие других факторов на глубину пародонтальных карманов вокруг трансплантированных зубов выявлено не было.

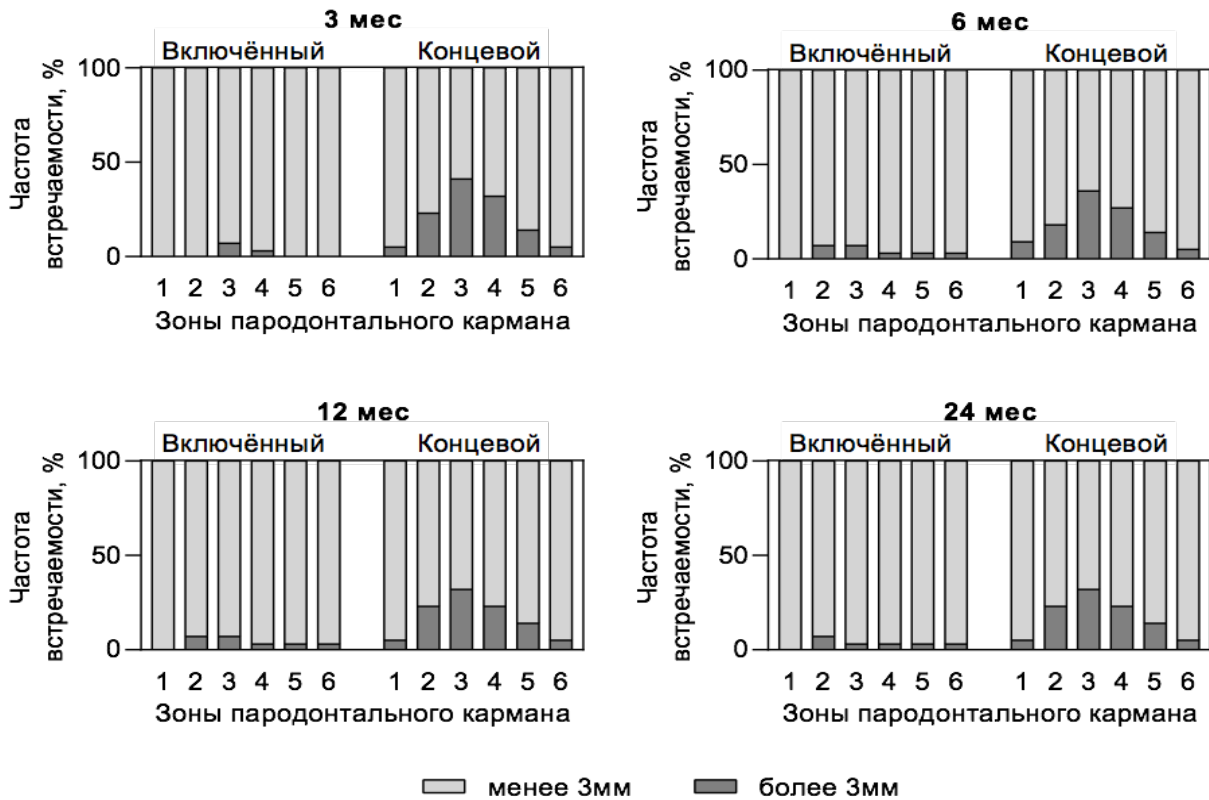


Рисунок 32 – Глубина зубодесневого прикрепления у различных поверхностей трансплантированного зуба в зависимости от типа дефекта реципиентного ложа

Данные клинического обследования, полученные при измерении глубины пародонтального прикрепления свидетельствуют о том, что формирование соединительно-тканного прикрепления у трансплантированных зубов не нарушено, если трансплантированный зуб пересаживали в область включенного дефекта. При пересадке зуба в область концевой дефекта наблюдали оголение корневой части зубов в дистальных отделах. При этом новое прикрепление формировалось на уровне костной ткани в данной области.

Таблица 8 – Количество пациентов с рецессией десны около трансплантированного зуба в зависимости от типа дефекта реципиентного ложа.

Срок	Глубина кармана	Тип дефекта реципиентного ложа											
		Включённый						Концевой					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
3 мес	Менее 3мм	36	36	34	33	36	36	21	17	13	15	19	21
	Более 3 мм	0	0	2	3	0	0	1	5	9	7	3	1
6 мес	Менее 3мм	36	32	32	34	34	34	20	18	14	16	19	21
	Более 3 мм	0	4	4	2	2	2	2	4	8	6	3	1
12 мес	Менее 3мм	36	32	32	34	34	34	21	17	15	17	19	21
	Более 3 мм	0	4	4	2	2	2	1	5	7	5	3	1
24 мес	Менее 3мм	36	32	34	34	34	34	21	17	15	17	19	21
	Более 3 мм	0	4	4	4	4	4	1	5	7	5	3	1

### 3.1.3. Результаты рентгенологических исследований

Анализ рентгенограмм, полученных в период 1 – 3 – 6 – 12 – 24 месяца после проведения аутотрансплантации показал, что признаки анкилозирования появлялись не ранее чем через 1 год наблюдения, при полном отсутствии признаков резорбции костной ткани, что связано с окончанием процесса реминерализации кости (Рисунок 33).

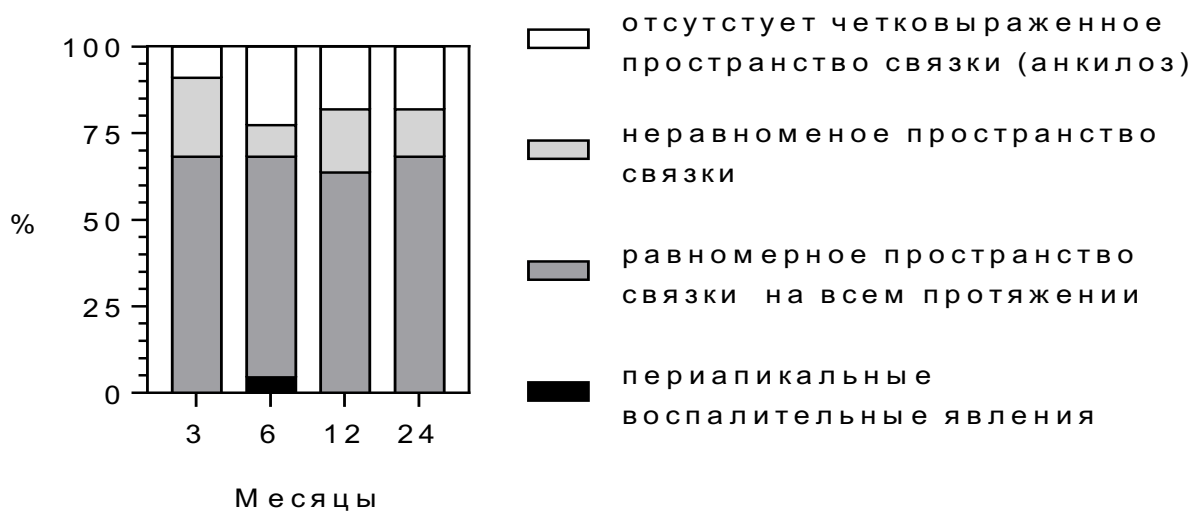


Рисунок 33 – Данные рентгенологического исследования состояния периодонтальной связки трансплантированных зубов

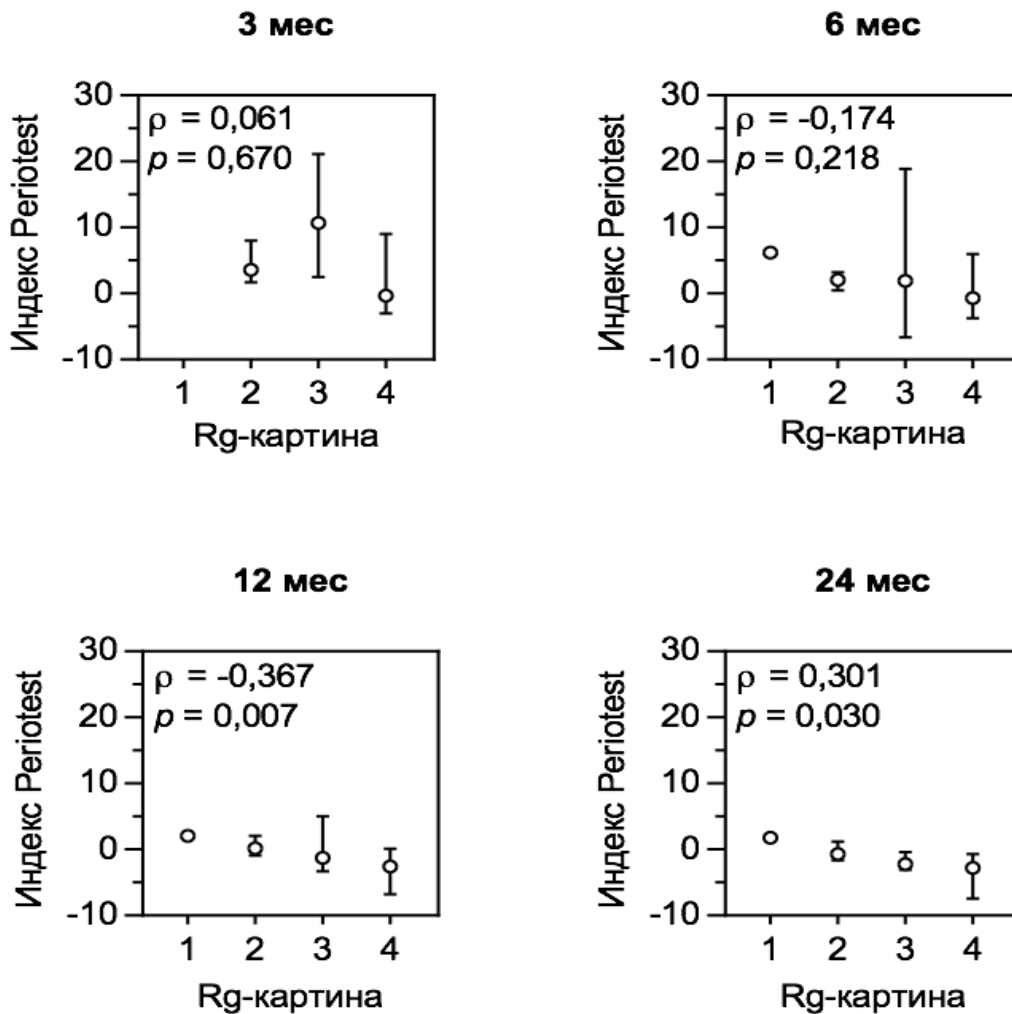
После 3 месяцев наблюдения состояние тканей вокруг трансплантированных зубов статистически значимо не менялось вплоть до 24 мес. наблюдения (Таблица 9). В связи с этим, а также учитывая, что в результате были получены номинальные величины, рентгенологический метод не использовался в качестве основного для определения успешности регенерации пародонта.

Таблица 9 – Структура состояния периодонтальной связки трансплантированных зубов

Пространство периодонтальной связки	Срок, мес			
	3	6	12	24
Признаки апикального периодонтита	0	2	0	0
Равномерное	47	43	37	37
Прерывистое, неравномерное	7	7	15	15
Не просматривается	2	4	4	4

Рентгенологические данные начинали коррелировать с индексом Periotest начиная с 12 мес наблюдения (Рисунок 34). Это свидетельствует об окончании процессов минерализации костной ткани, что становится заметно на рентгеновском снимке только к сроку, превышающему 6 мес от проведения операции трансплантации зуба.

Таким образом, предпочтение было отдано данным, полученным с помощью прибора Periotest, а не результатам, полученным с помощью рентгенологического исследования. При перитестометрии изменения пародонта были выявлены на более ранних сроках и давали меньшую дискретность полученных значений.



- 1 – периапикальные воспалительные явления
- 2 – равномерное пространство связки на всём протяжении
- 3 – неравномерное пространство связки
- 4 – отсутствует четковыраженное пространство связки (анкилоз)

Рисунок 34 – Корреляционная связь между рентгенологическими изменениями и индексом Periotest на разных сроках наблюдения. Результаты теста Спирмена.

### **3.2. Метод формирования костного ложа с помощью индивидуальной ультразвуковой насадки**

Формирование конгруэнтной лунки при трансплантации зуба выполняется помощью хирургических фрез разных форм и стереолитографической модели трансплантата для многократных примерок. Однако, такой способ бывает затруднителен в случаях, когда модель или зуб упирается в каком-то определенном месте лунки, которое невозможно определить.

Для упрощения процесса создания лунки была предложена насадка, с помощью которой можно доработать лунку соответственно форме трансплантируемого зуба. Для этого использовали стереолитографическую модель зуба, изготовленную из выжигаемого полимера и в условиях зуботехнической лаборатории отливали модель из кобальт-хромового сплава, далее производили ее обработку. Изготовленную насадку клеивали в стандартный пьезохирургический наконечник. Для получения необходимой режущей способности модели зуба, на поверхность корневой части сепарационным диском наносили насечки в косых направлениях глубиной около 0,5 мм. Для соединения индивидуальной насадки со стандартной насадкой пьезохирургического наконечника использовали специальный переходник, который также был изготовлен техником в условиях лаборатории. Переходник представлял собой металлический куб, который имел цилиндрический паз, повторяющий форму кончика стандартной насадки. Другой стороной переходник клеивали в соответствующую полость в насадке на стеклоиономерный цемент (Рисунок 35).



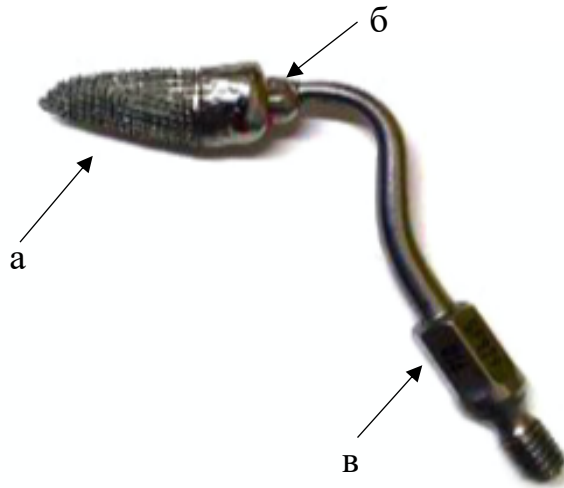


Рисунок 35— Индивидуальная насадка из кобальтхромового сплава- а;  
переходник - б; стандартная ультразвуковая насадка - в

Формирование лунки осуществляли с обильным водяным охлаждением, на высокой мощности ультразвукового аппарата. Положение будущего трансплантата определяли заранее, таким образом, чтобы толщина кортикальной пластинки кости составляла не менее 2 мм.

Базовая насадка на наконечник может быть многократного использования, а литок может сбиваться и припаивается новый. Насадка может быть изготовлена в любой технической лаборатории, с помощью стереолитографической модели.

Использование комбинированного подхода при формировании ложа под трансплантат с использованием пьезоэлектрического эффекта обеспечивает высокую точность, дает возможность щадящего препарирования под трансплантат любой формы, снижает время хирургического вмешательства.

### **3.3. Исследование точности стереолитографического протопитивирования 3D-моделей трансплантируемых зубов**

В нашем исследовании при планировании предстоящего оперативного вмешательства был использован метод лазерной стереолитографии с изготовлением пластиковых моделей зуба ауто трансплантата. В последующем, по компьютерным томограммам изготавливается пластиковая модель зуба-донора.

Однако в процессе практической работы было выявлено несоответствие формы и размеров стереолитографических моделей зубов и реальных трансплантатов. Чаще всего это может быть связано с погрешностями компьютерной томографии при получении снимка, человеческим фактором при «извлечении» объемов трансплантата из томограммы и небольшими искажениями при печати стереолитографической модели.

Задачей данного фрагмента исследования было определение этапов изготовления стереолитографических моделей с получением наибольшего искажения изображения и сведение этих искажений к минимуму для получения более точной модели трансплантата. В исследовании было использовано 36 зубов мудрости, подлежащих удалению у 28 пациентов. Предварительно были получены компьютерные томограммы на трех томографах PLANMEKA ProMax 2012, J.Morita Accuitomo 170, Vatech PaX-i3D. На аппаратах были использованы настройки, указанные в таблице 10.

Таблица 10 – Настройки, использованные при получении компьютерных томограмм.

Томограф	Размер сканирования	Размер вокселя	Напряжение на трубке
PLANMEKA ProMax 2012	16*9 см	0,250x0,250x0,250 мм	60 кВ
J.Morita Accuitomo 170	10*10 см	0,080x0,080x0,080 мм	80 кВ
Vatech PaX-i3D	12*9 см	0,125x0,125x0,125 мм	90 кВ

Далее, были получены STL-модели третьих моляров и были напечатаны на 3D принтере методом стереолитографии. Третьи моляры (36) были удалены и

очищены от органических остатков. Было произведено сканирование удаленных зубов и стереолитографических моделей на лабораторном сканере DOF FREEDOM HD (Рисунок 36).

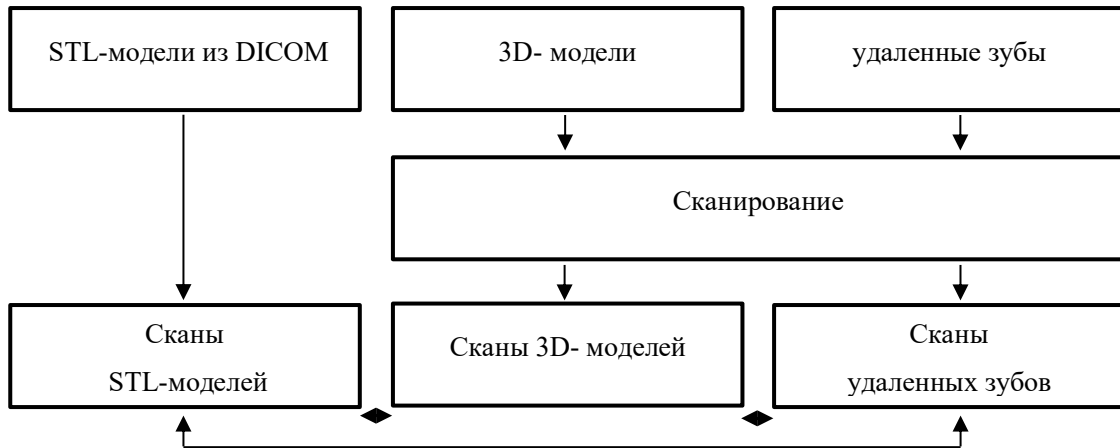


Рисунок 36 – Схема материалов и методов, использованных в исследовании

После чего в программе «Geomagic qualify 12» был проведен трехмерный анализ объектов путем сопоставления определенного количества точек (20.000) и определения погрешностей. Были получены цифровые и цветные диаграммы этих отклонений (Рисунок 37).

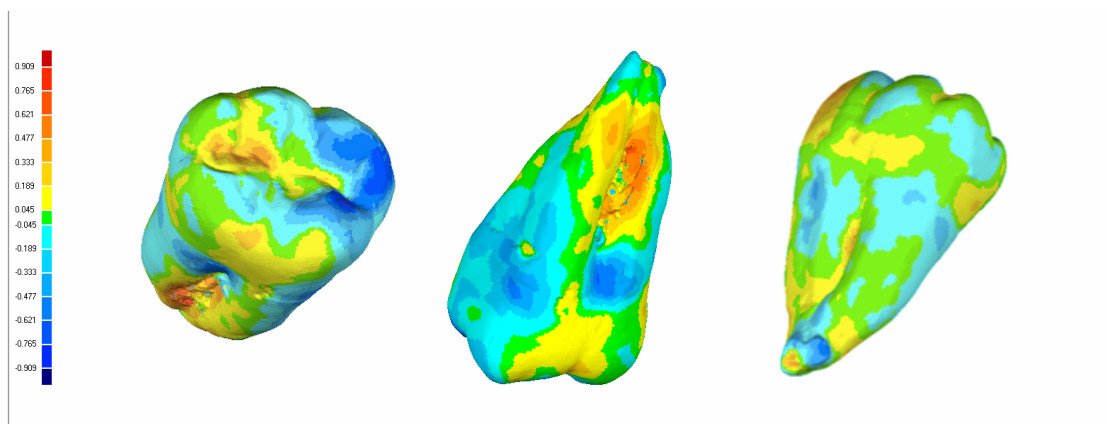


Рисунок 37 – Цветовые диаграммы, полученные путем наложения. Программа «Geomagic qualify 12»

Для статистической оценки точности DICOM изображений, были проанализированы STL-модели, полученные из компьютерных томограмм, выполненных на трех разных томографах (PLANMEKA ProMax 2012, J.Morita Accuitomo 170, Vatech PaX-i3D).

В результате исследования было показано, что погрешность томографа Vatech PaX-i3D составила  $0,13 \pm 0,06$  мм, Planmеса ProMax 2012 и Morita Accuitomo 170 составила  $0,32 \pm 0,22$  мм и  $0,18 \pm 0,09$  мм соответственно. статистически значимо превышала погрешность томографа. При этом погрешность томографа и статистически значимо не отличалась от томографов Planmеса и Vatech (Рисунок 38).

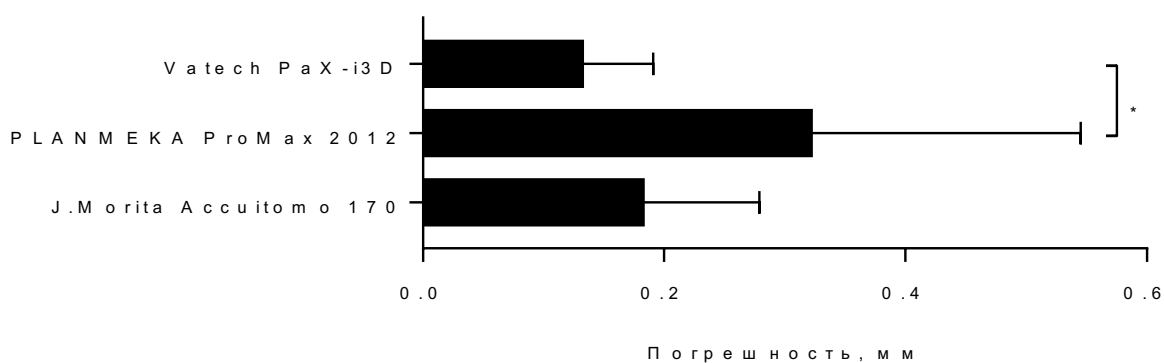


Рисунок 38 – Результаты определения погрешностей компьютерных томографов PLANMEKA ProMax 2012, J.Morita Accuitomo 170, Vatech PaX-i3D

Наиболее точные изображения были получены с помощью томографов Vatech PaX-i3D и J.Morita Accuitomo 170.

Другим объектом исследования являлись удаленные зубы мудрости, их стереолитографические модели и STL-модели. Сопоставление производилось путем определения разницы расстояния между определенными точками на сканированном изображении (всего около 20.000).

Исследование показало, что средняя погрешность между точками на скане удаленных зубов и STL-моделей составила  $0,2 \pm 0,13$  мм, а погрешность метода стереолитографии составила  $0,19 \pm 0,07$  мм.

Также было проведено сравнение погрешности метода в зависимости от принадлежности к челюстям, так как при получении STL-моделей нижних зубов существует сложность разделения изображения из-за высокой рентгенологической плотности кости на нижней челюсти (Рисунок 39). Учитывая это, предполагалось, что погрешность метода будет больше на зубах нижней челюсти. Однако, сравнение сканов удаленных зубов с STL-моделями по принадлежности к верхней и нижней челюстям не показало статистически значимой разницы между исследуемыми объектами. На нижней челюсти средняя погрешность составила  $0,21 \pm 0,16$  мм, на верхней челюсти  $0,22 \pm 0,56$  мм.

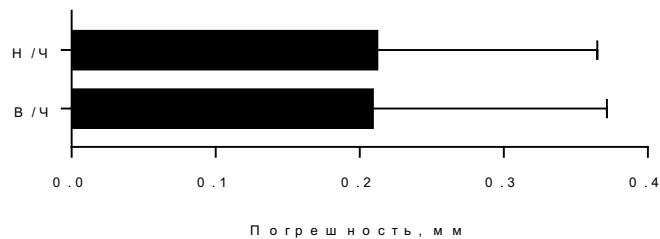


Рисунок 39 – Соотношение объемов удаленных зубов и STL-моделей зубов из DICOM в зависимости от принадлежности к челюсти

Следует отметить, что статистически значимой разницы между объектами верхней и нижней челюсти не было отмечено, что может быть объяснено высокой точностью изображений компьютерных томограмм.

Формирование лунки при помощи стереолитографических моделей должно обеспечить плавное свободное, беспрепятственное введение модели, а впоследствии зуба, в лунку. Соответственно, точность стереолитографической модели является критичной при пересадке зубов. Так как при получении моделей из томограмм высокого разрешения значимой погрешности выявлено не было, то искажения, полученные при печати, не повлияют на конечный результат. Однако,

анализ показал, что наибольшие искажения возникают при обработке томограмм низкого качества и модели могут значительно отличаться от трансплантата. Точность стереолитографической модели является критичной при пересадке зубов. Анализ показал, что наибольшие искажения возникают при обработке томограмм низкого качества и модели могут значительно отличаться от трансплантата. Таким образом, при выполнении трансплантации зуба, максимальный размер вокселя должен составлять 0,125 мм.

### **3.4. Анализ влияния общих и местных факторов на прогноз успешности проведения операции аутотрансплантации зубов.**

При детальном анализе подвижности трансплантированных зубов по данным прибора Periotest было показано, что на разных сроках наблюдения статистически значимый эффект отмечался от следующих факторов (Таблица 11, Рисунок 40, Рисунок 41):

- наличия стереолитографической модели
- участия в жевании зуба-донора до пересадки
- принадлежности к возрастной группе пациента
- проведения резекции верхушки трансплантированного зуба
- курения.

Так, резекция верхушки корня, средний возраст и отсутствие 3D-модели статистически значимо снижали подвижность зуба после трансплантации к 3 месяцам наблюдения, в то время как в последующие месяцы значимая разница не проявлялась (Рисунок 40). Влияние резекции верхушки корня зуба, по всей видимости, связано с тем, что поверхность корня, где был проведен срез, имела оголенный дентин, что могло вызвать заместительную резорбцию в этом участке, тем самым стабилизируя зуб на ранних сроках наблюдения. Использование 3D-модели было необходимо в случаях, когда требовалось дополнительное костное препарирование ложа: при пересадке в искусственно созданную лунку, либо при изначально меньшем объеме лунки. Это подразумевает отсутствие встречных

волокон коллагена периодонтальной связки удаленного зуба, что значительно изменяет процесс формирования нового соединения и способствует анкилозу.

У пациентов с донорами, участвовавшими в жевании до пересадки, наблюдали статистически значимое снижение их подвижности к 12 и 24 месяцам наблюдения по сравнению с пациентами, у которых эти зубы были ретинированы. Вероятно, это свидетельствует о том, что ретинированные зубы, менее подвержены анкилозированию. При удалении функционирующего зуба могла происходить большая травматизация периодонтальных волокон, что впоследствии могло вызывать поверхностную резорбцию. Также, в виду ограниченного потенциала к регенерации периодонтальных волокон, такие зубы впоследствии формируют фиброзное соединение, в то время как ретинированные зубы имеют более высокую регенеративную способность (Таблица 12).

У курящих пациентов более низкие значения подвижности наблюдались к 24 месяцам по сравнению с некурящими. Это может свидетельствовать о том, что токсическое воздействие никотина на клетки снижает регенеративную способность периодонтальной связки и окружающих тканей, что впоследствии способствует анкилозированию (Рисунок 41).

Таблица 11 – Воздействие различных факторов на подвижность зуба.

Фактор		n	p				Критерий																																																																																																																																																																																																																																		
			Время после трансплантации, мес																																																																																																																																																																																																																																						
			3	6	12	24																																																																																																																																																																																																																																			
Резекция верхушки	да	13	<b>0,09</b>	0,120	0,250	0,176	Манна-Уитни																																																																																																																																																																																																																																		
	нет	41						Постоянное пломбирование	нет	2	0,252	0,206	0,322	0,470	Краскала-Уоллиса	до операции	7	во время	14	через 2 нед	2		через 3-5 нед	37						Временное пломбирование Са(ОН) <sub>2</sub>	во время операции	15	0,160	0,371	0,727	0,755	Краскала-Уоллиса	до операции	9	через 2 нед	28		через 3-5 нед	8						Коррекция формы коронки	да	16	0,921	0,781	0,843	0,558	Манна-Уитни	нет	46	Пародонтальная повязка	да	22	0,792	0,925	0,357	0,137	Манна-Уитни	нет	40	Дефект кости реципиентного ложа	открытый	1	0,9355	0,526	0,7933	0,936	Манна-Уитни	закрытый	1	Шина	ригидная	43	0,273	0,585	0,930	0,830	Краскала-Уоллиса	неригидная	1	нет	5	Экстраоральное время	менее 5 мин	28	0,134	0,264	0,661	0,459	Краскала-Уоллиса	5-20 мин	32	более 20 мин	2	Промежуточная среда	нет	12	0,995	0,964	0,825	0,734	Краскала-Уоллиса	физраствор	29	физраствор + АБ	22	Наличие 3D-модели	есть	19	<b>0,023</b>	0,123	0,149	0,123	Манна-Уитни	нет	43	Апикальный периодонтит в реципиентной зоне	зуб отсутствовал	9	0,069	0,334	0,522	0,506	Краскала-Уоллиса	периодонтит	37	без периодонтита	16	Участие в жевании до пересадки	да	22	0,381	0,117	0,208	<b>0,030</b>	Манна-Уитни	нет	40	Ретенция донора	норма	20	0,249	0,629	0,4556	0,173	Краскала-Уоллиса	полная ретенция	9	неполная ретенция	23	Челюсть реципиентной зоны	верхняя	32	0,060	0,200	0,481	0,755	Манна-Уитни	нижняя	30	Зона донорского зуба	верхняя челюсть	40	0,283	0,680	0,427	0,877	Манна-Уитни	нижняя челюсть	22	Хронические заболевания	нет	42	0,179	0,349	0,432	0,282	Краскала-Уоллиса	гипотиреоз	7	другие (ИБС)	3	Курение	да	16	0,158	0,061	<b>0,041</b>	<b>0,032</b>	Манна-Уитни	нет	46	Гингивит	нет	17	0,795	0,979	0,605	0,994	Краскала-Уоллиса	локализованный	16	генерализованный	19	Возрастная группа по ВОЗ	молодой	48	<b>0,023</b>	0,188	0,637	0,560	Краскала-Уоллиса	средний	9	пожилой	3	Возраст, лет	$\rho$ [po]		<b>0,402</b>	0,253	0,199	0,144	Тест Спирмена
Постоянное пломбирование	нет	2	0,252	0,206	0,322	0,470	Краскала-Уоллиса																																																																																																																																																																																																																																		
	до операции	7																																																																																																																																																																																																																																							
	во время	14																																																																																																																																																																																																																																							
	через 2 нед	2																																																																																																																																																																																																																																							
	через 3-5 нед	37																																																																																																																																																																																																																																							
Временное пломбирование Са(ОН) <sub>2</sub>	во время операции	15	0,160	0,371	0,727	0,755	Краскала-Уоллиса																																																																																																																																																																																																																																		
	до операции	9																																																																																																																																																																																																																																							
	через 2 нед	28																																																																																																																																																																																																																																							
	через 3-5 нед	8																																																																																																																																																																																																																																							
Коррекция формы коронки	да	16	0,921	0,781	0,843	0,558	Манна-Уитни																																																																																																																																																																																																																																		
	нет	46																																																																																																																																																																																																																																							
Пародонтальная повязка	да	22	0,792	0,925	0,357	0,137	Манна-Уитни																																																																																																																																																																																																																																		
	нет	40																																																																																																																																																																																																																																							
Дефект кости реципиентного ложа	открытый	1	0,9355	0,526	0,7933	0,936	Манна-Уитни																																																																																																																																																																																																																																		
	закрытый	1																																																																																																																																																																																																																																							
Шина	ригидная	43	0,273	0,585	0,930	0,830	Краскала-Уоллиса																																																																																																																																																																																																																																		
	неригидная	1																																																																																																																																																																																																																																							
	нет	5																																																																																																																																																																																																																																							
Экстраоральное время	менее 5 мин	28	0,134	0,264	0,661	0,459	Краскала-Уоллиса																																																																																																																																																																																																																																		
	5-20 мин	32																																																																																																																																																																																																																																							
	более 20 мин	2																																																																																																																																																																																																																																							
Промежуточная среда	нет	12	0,995	0,964	0,825	0,734	Краскала-Уоллиса																																																																																																																																																																																																																																		
	физраствор	29																																																																																																																																																																																																																																							
	физраствор + АБ	22																																																																																																																																																																																																																																							
Наличие 3D-модели	есть	19	<b>0,023</b>	0,123	0,149	0,123	Манна-Уитни																																																																																																																																																																																																																																		
	нет	43																																																																																																																																																																																																																																							
Апикальный периодонтит в реципиентной зоне	зуб отсутствовал	9	0,069	0,334	0,522	0,506	Краскала-Уоллиса																																																																																																																																																																																																																																		
	периодонтит	37																																																																																																																																																																																																																																							
	без периодонтита	16																																																																																																																																																																																																																																							
Участие в жевании до пересадки	да	22	0,381	0,117	0,208	<b>0,030</b>	Манна-Уитни																																																																																																																																																																																																																																		
	нет	40																																																																																																																																																																																																																																							
Ретенция донора	норма	20	0,249	0,629	0,4556	0,173	Краскала-Уоллиса																																																																																																																																																																																																																																		
	полная ретенция	9																																																																																																																																																																																																																																							
	неполная ретенция	23																																																																																																																																																																																																																																							
Челюсть реципиентной зоны	верхняя	32	0,060	0,200	0,481	0,755	Манна-Уитни																																																																																																																																																																																																																																		
	нижняя	30																																																																																																																																																																																																																																							
Зона донорского зуба	верхняя челюсть	40	0,283	0,680	0,427	0,877	Манна-Уитни																																																																																																																																																																																																																																		
	нижняя челюсть	22																																																																																																																																																																																																																																							
Хронические заболевания	нет	42	0,179	0,349	0,432	0,282	Краскала-Уоллиса																																																																																																																																																																																																																																		
	гипотиреоз	7																																																																																																																																																																																																																																							
	другие (ИБС)	3																																																																																																																																																																																																																																							
Курение	да	16	0,158	0,061	<b>0,041</b>	<b>0,032</b>	Манна-Уитни																																																																																																																																																																																																																																		
	нет	46																																																																																																																																																																																																																																							
Гингивит	нет	17	0,795	0,979	0,605	0,994	Краскала-Уоллиса																																																																																																																																																																																																																																		
	локализованный	16																																																																																																																																																																																																																																							
	генерализованный	19																																																																																																																																																																																																																																							
Возрастная группа по ВОЗ	молодой	48	<b>0,023</b>	0,188	0,637	0,560	Краскала-Уоллиса																																																																																																																																																																																																																																		
	средний	9																																																																																																																																																																																																																																							
	пожилой	3																																																																																																																																																																																																																																							
Возраст, лет	$\rho$ [po]		<b>0,402</b>	0,253	0,199	0,144	Тест Спирмена																																																																																																																																																																																																																																		
	$p$		<b>0,003</b>	0,070	0,158	0,308																																																																																																																																																																																																																																			

\* Жирным шрифтом выделены значения  $p$  меньше 0,05.



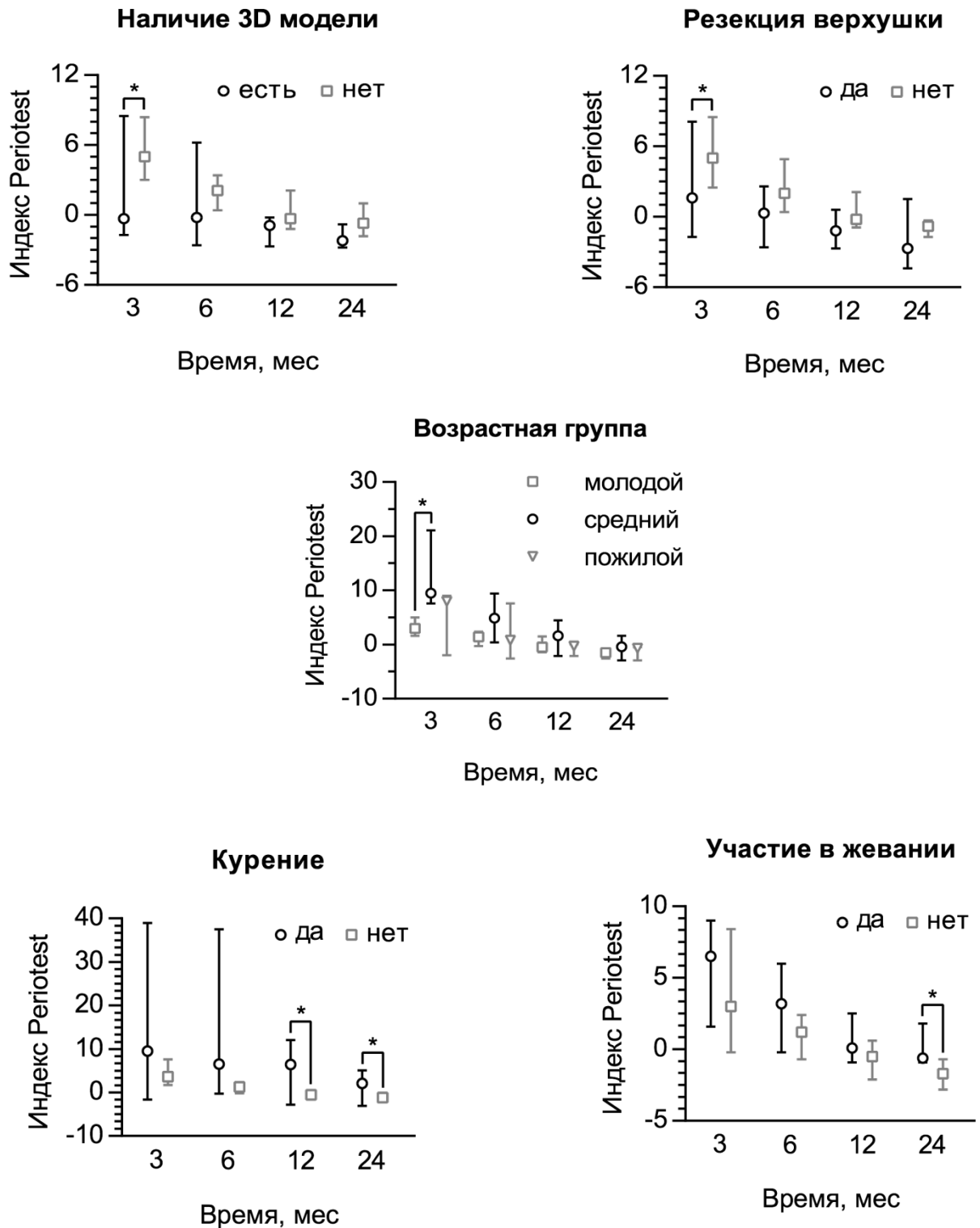


Рисунок 40 – Факторы, оказавшие статистически значимое воздействие на подвижность трансплантированного зуба на различных сроках наблюдения.  
 Примечание: чем выше индекс, тем больше подвижность.

Таблица 12 – Значение индекса Periotest для трансплантированных зубов на различных сроках наблюдения в группах с выявленными статистически значимыми различиями.

Фактор	n		Индекс Periotest после трансплантации, мес			
			3	6	12	24
<b>Резекция верхушки</b>	да	13	<b>1,6 [-1,7; 8,1]</b>	0,3 [-2,6; 2,6]	-1,2 [-2,7; 0,6]	-2,7 [-4,4; 1,5]
	нет	41	<b>5,0 [2,5; 8,5]</b>	2 [0,4; 4,9]	-0,2 [-0,9; 2,1]	-0,8 [-1,7; -0,3]
<b>Наличие 3D-модели</b>	есть	19	<b>-0,3 [-1,7; 8,5]</b>	-0,2 [-2,6; 6,2]	-0,9 [-2,7; -0,2]	-2,2 [-2,8; -0,8]
	нет	43	<b>5,0 [3,0; 8,4]</b>	2,1 [0,4; 3,4]	-0,3 [-1,2; 2,1]	-0,7 [-1,8; 1,0]
<b>Возрастная группа по ВОЗ</b>	молодой	48	<b>3,0 [1,6; 5,0]</b>	1,5 [-0,3; 2,4]	-0,5 [-1,4; 1,5]	-1,5 [-2,6; -0,7]
	средний	9	<b>9,5 [7,6; 21,1]</b>	4,9 [0,4; 9,4]	1,6 [-2,1; 4,5]	-0,4 [-2,9; 1,6]
	пожилой	3	8,0 [-2,0; 9,0]	0,8 [-2,6; 7,6]	-0,3 [-2,1; 0,1]	-0,7 [-2,9; -0,5]
<b>Курение</b>	да	16	9,5 [-1,6; 39]	6,5 [-0,3; 37,5]	<b>6,4 [-2,8; 12,1]</b>	<b>2,1 [-3,1; 5,1]</b>
	нет	46	3,6 [1,7; 7,6]	1,3 [-0,2; 2,4]	<b>-0,5 [-1,3; 0,1]</b>	<b>-1,2 [-2,2; -0,7]</b>
<b>Участие в жевании до операции</b>	да	22	6,5 [1,6; 9,0]	3,2 [-0,2; 6,0]	0,1 [-0,9; 2,5]	<b>-0,6 [-0,9; 1,8]</b>
	нет	40	3,0 [-0,2; 8,4]	1,2 [-0,7; 2,4]	-0,5 [-2,1; 0,6]	<b>-1,7 [-2,8; -0,7]</b>
<p><b>Примечание:</b> данные представлены в формате <math>Me [LowerCL; UpperCL]</math>, где <math>Me</math> – медиана, <math>LowerCL</math> и <math>UpperCL</math> – нижний и верхний доверительный пределы при фактическом уровне доверия приближенным к 95%. Жирным шрифтом выделены статистически различающиеся значения при <math>\alpha = 0,05</math> (см. Таблицу 11).</p>						

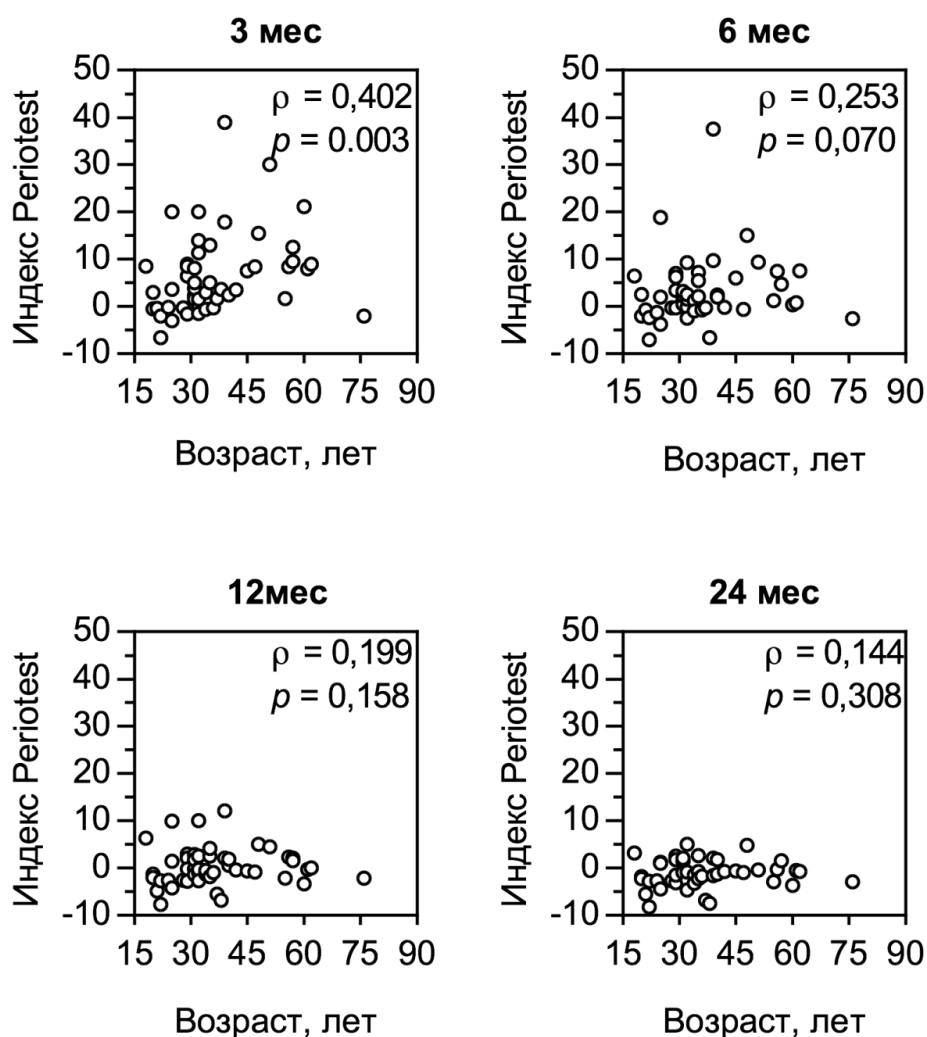


Рисунок 41 – Корреляционная связь подвижности трансплантированного зуба и возраста пациента на разных сроках наблюдения

Такие факторы, как: коррекция формы коронковой части, наличие пародонтальной повязки после операции, тип и срок шинирования, промежуточная среда в которой находился трансплантат, экстраоральное время и сроки пломбирования корневых каналов – не оказывали статистически значимого воздействия на подвижность зуба в послеоперационном периоде с 3 по 24 мес (Рисунок 42, 44). Наличие хронических заболеваний, среди которых наиболее распространённым среди обследуемых пациентов был гипотиреоз, также не оказывало статистически значимого воздействия (Рисунок 43). Во всех группах

наблюдения сохранялась тенденция к снижению подвижности трансплантированного зуба к 24 месяцу наблюдения.

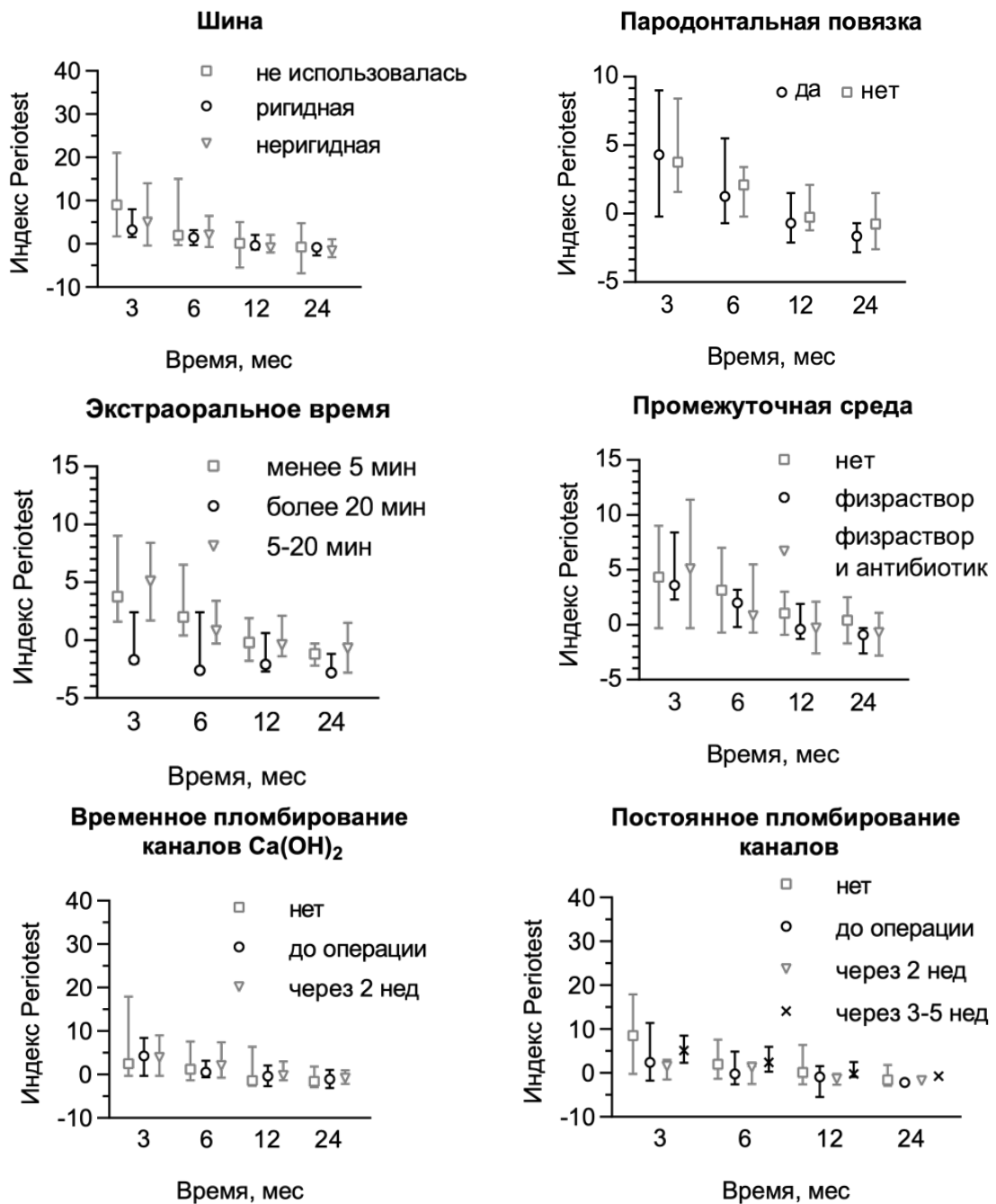


Рисунок 42 – Воздействие факторов обработки зуба при аутотрансплантации на индекс подвижности по данным Periotest

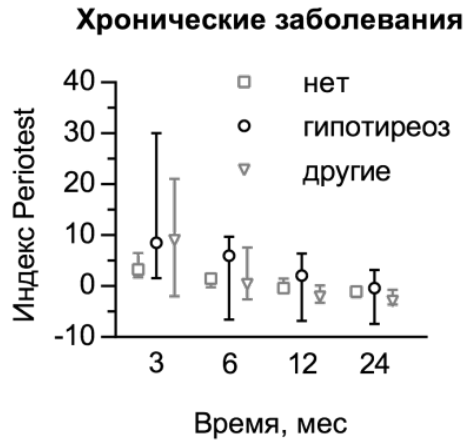


Рисунок 43– Воздействие хронических заболеваний на индекс подвижности по данным Periotest

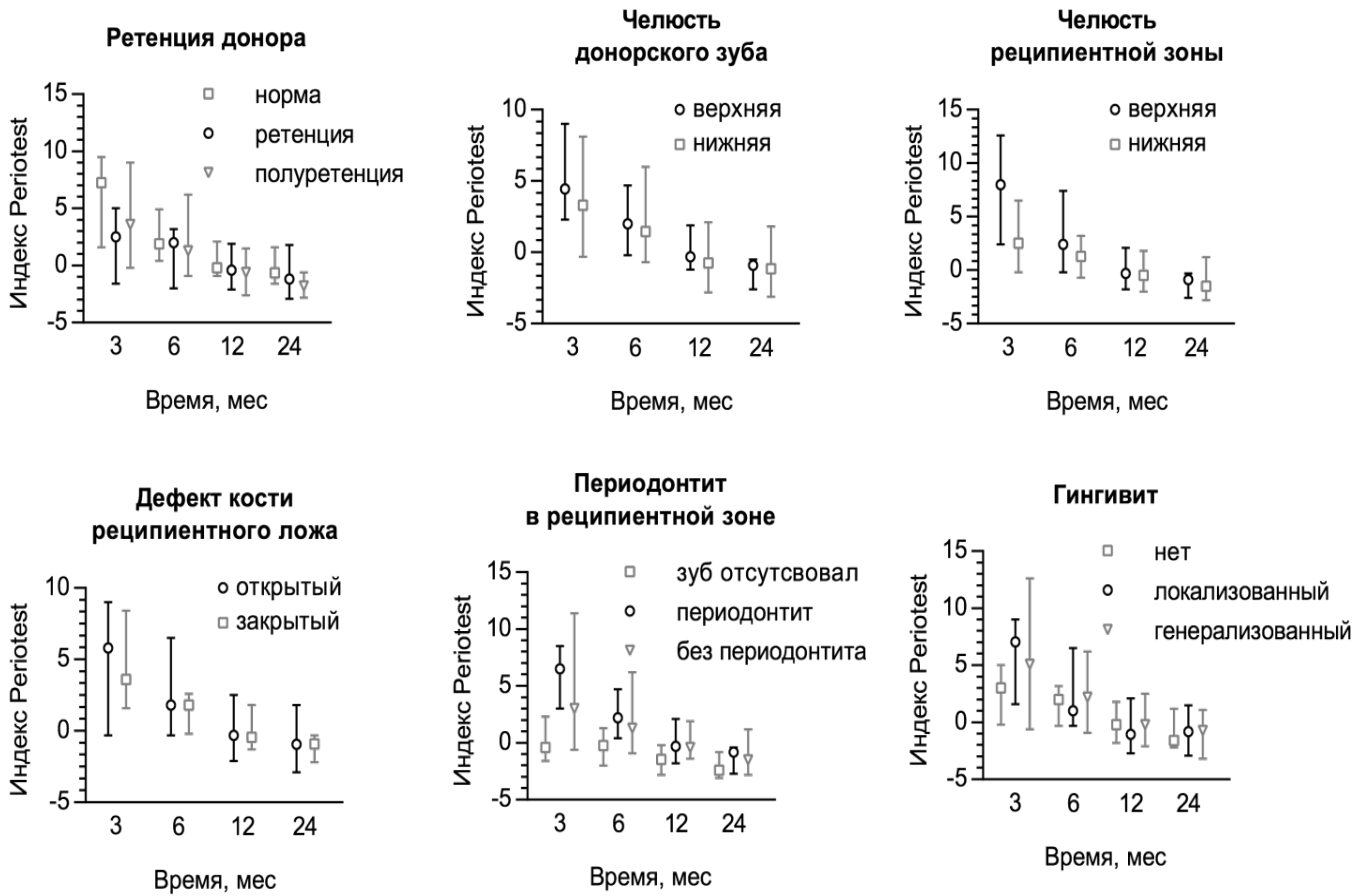


Рисунок 44 – Влияние области и состояния зуба и челюсти на индекс подвижности по данным Periotest

### 3.5. Алгоритм манипуляций при аутотрансплантации

Проведенное исследование с использованием клинических, инструментальных и лабораторных методов исследований позволило доказать, что метод аутотрансплантации зубов может быть рекомендован для применения в клинической практике как метод выбора.

Полученные результаты послужили основанием к разработке алгоритма проведения операции аутотрансплантации зубов и рекомендовать его для практической стоматологии.

Применение пьезохирургической насадки необходимо в случаях пересадки зуба в интактную кость, а также когда трансплантат и реципиентная лунка не соответствуют по форме и размерам. Рекомендовано использование 3D-модели во всех случаях проведения аутотрансплантации (Рисунок 45).

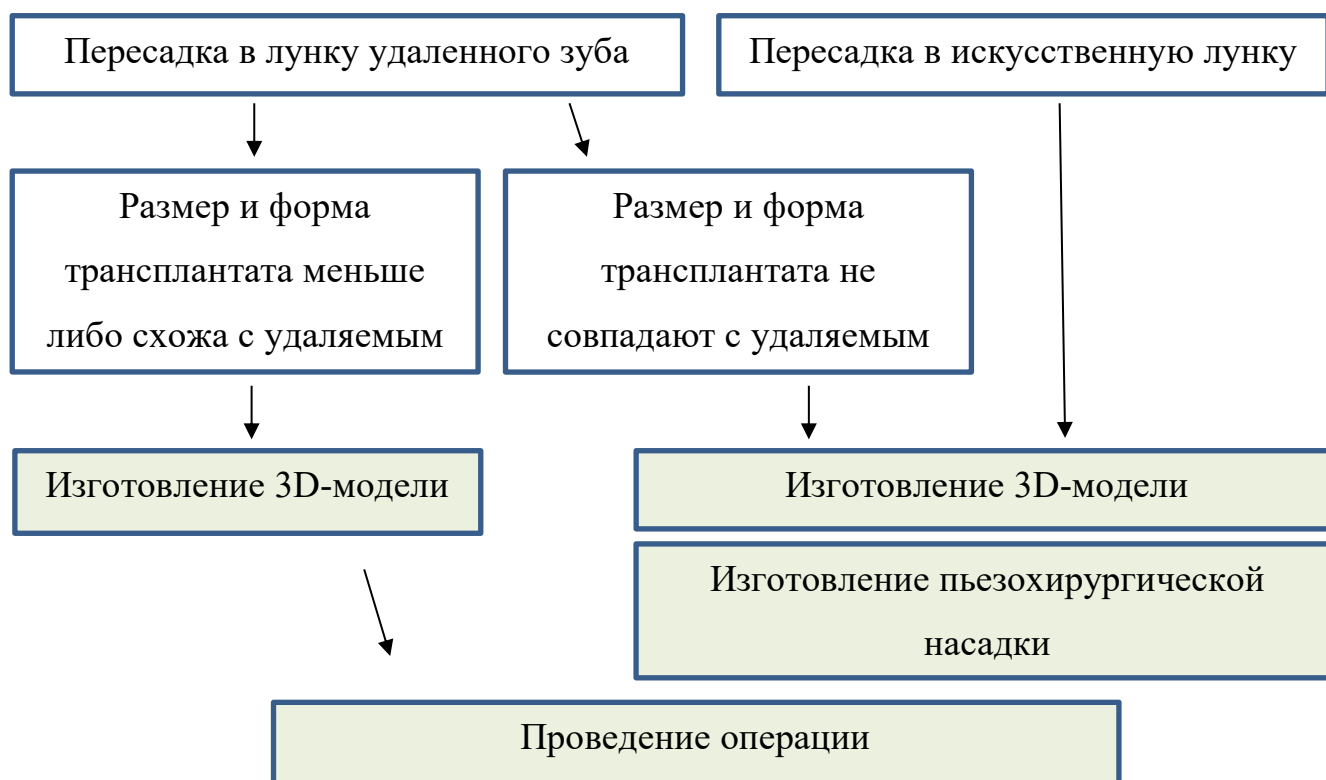


Рисунок 45 – Алгоритм подготовки к операции

При пересадке зубов с закрытой верхушкой корня лечение корневых каналов проводится обязательно, а зубы с открытой верхушкой подвергаются лечению только в случае явлений инфицирования пульпы (Рисунок 46).

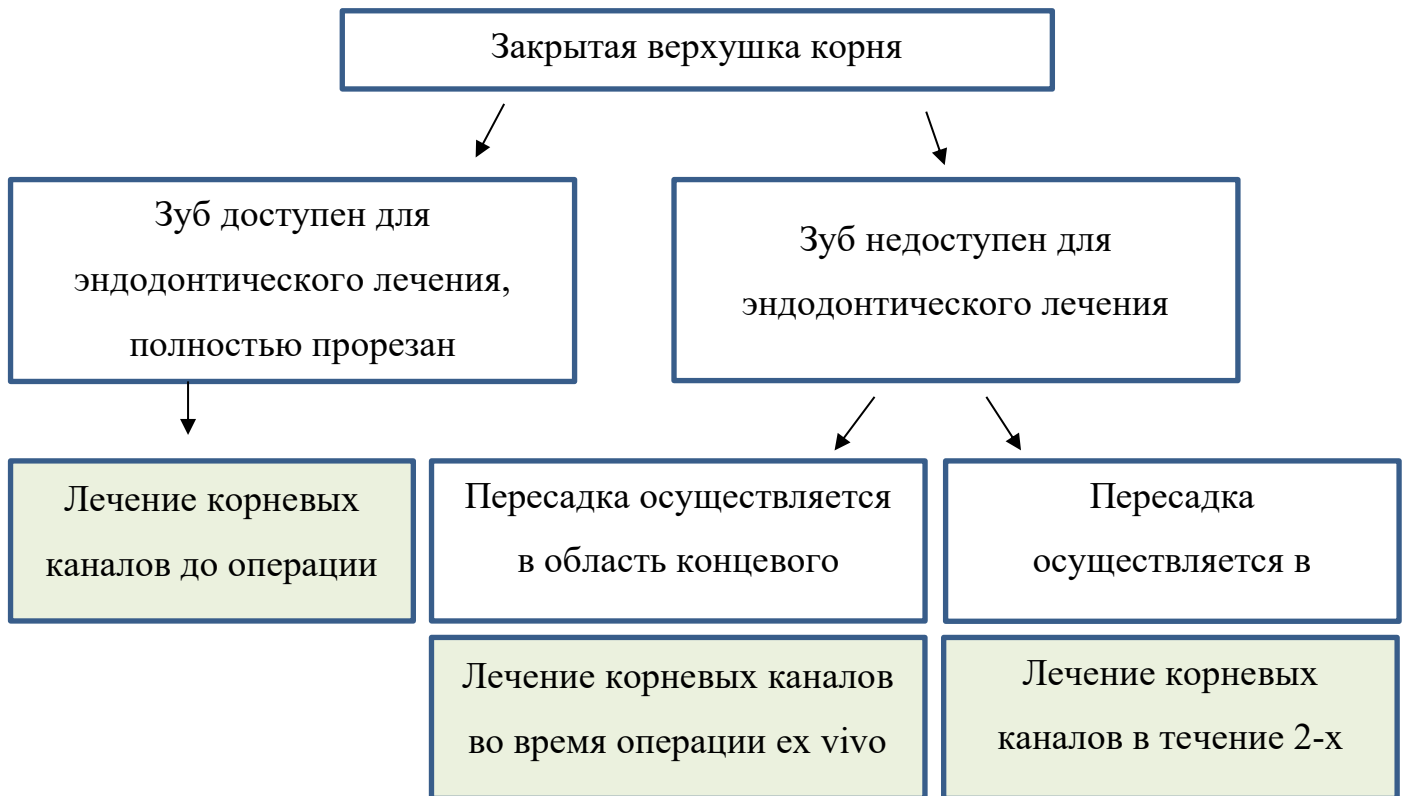


Рисунок 46 – Алгоритм эндодонтического лечения

### 3.6. Клинический пример

Пациентка П., 25 лет, без соматической патологии, обратилась по поводу отсутствия зуба 1.6 с целью установки имплантата в эту область. После проведения диагностических исследований (Рисунок 47), пациентке было предложено проведение синуслифтинга с последующей имплантацией либо аутотрансплантация зуба 1.8 на место отсутствовавшего 1.6. После обсуждения был выбран второй вариант и подписано информированное согласие. При оценке степени возможной успешности операции была использована предложенная нами балльная система. Количество баллов составило 5, что соответствовало высокой степени успешности. Так как операция предполагала формирование лунки в нативной кости, заранее были изготовлены стереолитографическая модель трансплантата и индивидуальная ультразвуковая насадка. При анализе компьютерной томограммы было определено оптимальное положение трансплантата в области 1.6, что позволило заранее вклеить насадку и расположить наконечник таким образом, чтобы создать лунку соответственно этим измерениям. Помимо этого, была изготовлена стереолитографическая модель, для припасовки в лунке.



Рисунок 47 – Пациент П. Ортопантомограмма

На R-грамме видно, что из-за отсутствия зуба 1.6 произошло смещение (наклон) зуба 1.7 в сторону дефекта. Зуб 1.8 был рассмотрен как



подходящий вариант аутотрансплантации для замещения дефекта зубного ряда с последующим протезированием коронки в форме премоляра.

**Ход операции.** После проведения инфильтрационной анестезии Sol.Ultracaini 5,1 ml 1:200000, было произведено откидывание слизисто-надкостничного лоскута и фиксация краев лоскута с помощью швов. Далее была применена индивидуальная ультразвуковая насадка с обильным водяным охлаждением. С помощью насадки была сформирована конгруэнтная лунка, и припасована стереолитографическая модель, таким образом, чтобы предполагаемая цементно-эмалевая граница находилась на 1–2 мм ниже края десны (Рисунок 48, 49). После этого зуб 1.8 был аккуратно удален и перемещен в подготовленную лунку (Рисунок 50). Время нахождения трансплантата вне костной ткани составило менее 30 секунд. Зуб зафиксирован с помощью лигатуры. Мягкие ткани ушиты. Проведена контрольная рентгенография.

Послеоперационный период. Через 7 дней после операции был проведен осмотр пациентки. Жалобы отсутствовали, пациентка не принимала обезболивающих препаратов. При внешнем осмотре лицо симметрично, отеков не наблюдалось. При внутриворотном осмотре ткани слизистой оболочки слегка гиперемированы, небольшое количество мягкого налета в зоне крепления шины. Сняты швы. Через 2 недели было проведено эндодонтическое лечение трансплантированного зуба. Через 3 недели после операции была снята лигатура, зуб имел I степень подвижности (Рисунок 51). Значения периостеометрии составили +18,9; и +1,7 у контрольного зуба с противоположной стороны. Далее, через 6 месяцев после операции значения периотестометрии составили +16 и +1,2 соответственно (Рисунок 52). Была изготовлена искусственная металло-керамическая коронка на зуб 1.6. Через год после аутотрансплантации зуб функционировал в полном объеме, не имел признаков резорбции и периапикального воспаления (Рисунок 53). Значения периотестометрии составляли 9,9 (у.е), что соответствует нормальной подвижности.

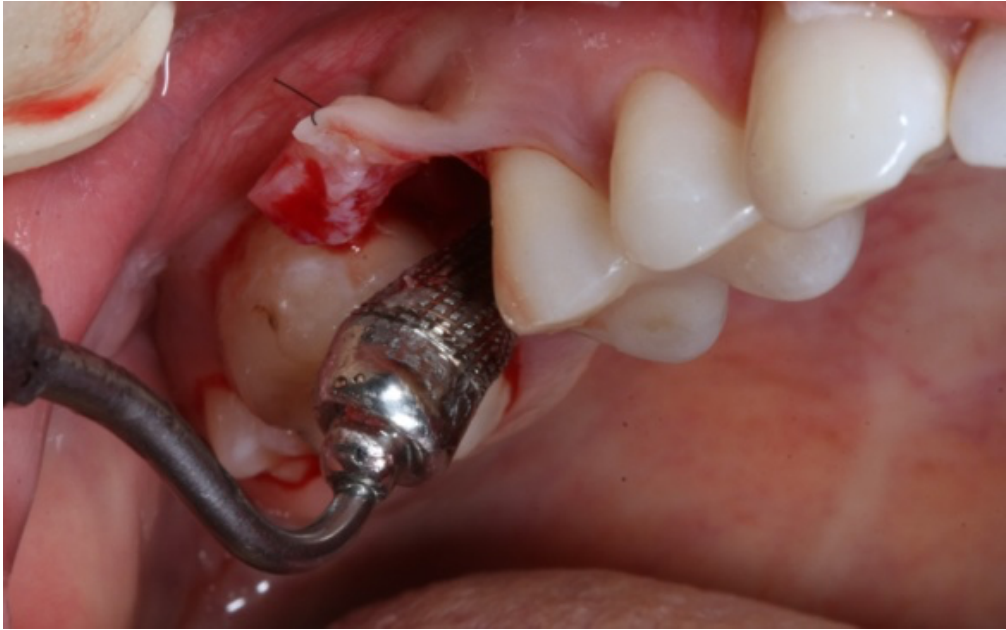


Рисунок 48 – Этап формирования лунки в нативной кости с помощью индивидуальной ультразвуковой насадки



Рисунок 49 – Сформированная лунка в нативной кости



Рисунок 50 – Зуб 1.8 трансплантирован в лунку зуба 1.6, фиксирован лигатурой, мягкие ткани вокруг трансплантата ушиты



Рисунок 51 – Состояние костной ткани через 3 недели после пересадки.

Шина снята



Рисунок 52 – Состояние слизистой оболочки через 6 месяца после пересадки

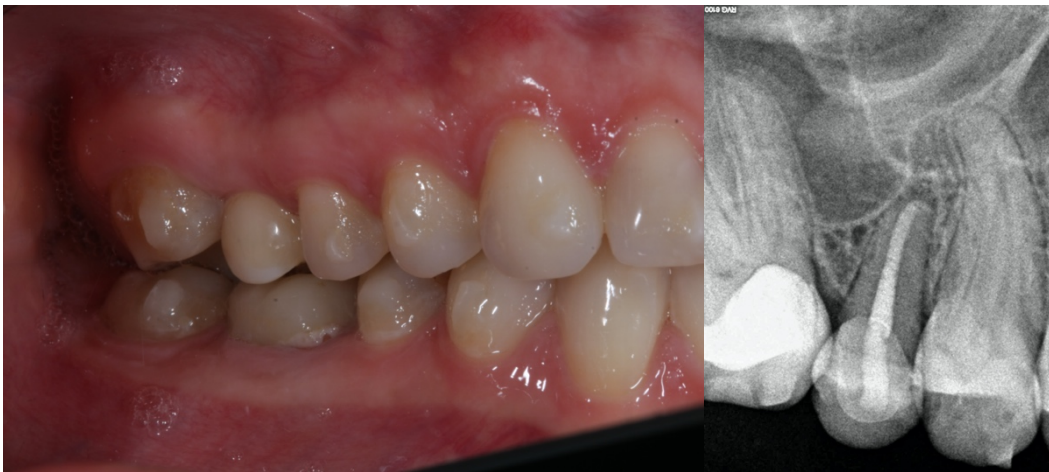


Рисунок 53 – Состояние слизистой оболочки и костной ткани через 1 год после операции

Использование индивидуальной ультразвуковой насадки позволяет сформировать лунку соответствующую по форме и размерам трансплантируемого зуба в определенном месте кости. Формирование полости необходимой глубины

дает возможность заранее спрогнозировать оптимальное положение зуба в лунке. Кроме того, планирование операции аутотрансплантации с использованием цифровых методов получения стереолитографических моделей значительно облегчает работу хирурга, позволяет снизить риск послеоперационных осложнений, что в конечном итоге, позволяет повысить качество оказания медицинской стоматологической помощи.

## **ГЛАВА 4.**

### **ОБСУЖДЕНИЕ ПОЛУЧЕННЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ**

#### **4.1. Результаты клинико-лабораторных исследований**

По результатам нашего исследования, а также по данным долгосрочных наблюдений других авторов доказано, что эффективность аутотрансплантации составляет около 95% (выживаемость зубов более 10 лет). Данный метод может быть применен для восстановления одиночных включенных и концевых дефектов зубного ряда. Понимание процессов регенерации пародонтального комплекса позволило выработать наиболее эффективные методики проведения зубосохраняющих операций. К примеру, использование зуба мудрости в качестве трансплантата в область моляров позволяет получить полноценную жевательную единицу за 2-3 месяца и в большинстве случаев требует минимальной коррекции. Также необходимо отметить, что после полной регенерации, функционирующая периодонтальная связка является основой для стабильной микроциркуляции и предотвращает костную резорбцию, что является огромным преимуществом перед другими методами. Увеличение количества исследований по трансплантации зубов, модификация самой методики, а также стабильные долгосрочные результаты открывают новые возможности стоматологической помощи пациентам.

Безусловно, ограничение количества возможных зубов-трансплантатов не ставит эту методику на одну ступень с имплантацией, но если клиническая ситуация позволяет использовать зуб вместо имплантата, это может быть лучшим решением для пациента.

Важнейшее значение для успешной аутотрансплантации зубов имеет жизнеспособность клеток периодонтальной связки. Для сохранения жизнеспособности цементобластов, фиброцитов, периоцитов и др. клеток, играющих важную роль в предотвращении резорбции корня зуба, необходимо во время проведения операции соблюдать условия, обеспечивающие их сохранность.

Данные периотестометрии, полученные в течение 2-х лет после пересадки показывают, что в большинстве случаев происходит регенерация периодонтальной связки. В среднем время приживания трансплантата составляет 1 месяц, при этом заживление мягких тканей краевой десны и формирование первичного эпителиального прикрепления происходит в течение 2-х недель. Стоит отметить, что заживление периодонтальной связки отличалось у зубов, пересаженных в лунку удаленного зуба, чем в искусственно созданную. Динамика значений периотестометрии у зубов, пересаженных в искусственную лунку была более выраженной с сторону уменьшения подвижности. Это объясняется отсутствием встречных волокон периодонтальной связки на стенке лунки, что увеличивает риски анкилоза в будущем. Данные рентгенологического обследования показали, что при пересадке в искусственную лунку пространство периодонтальной щели также не просматривается у всех пересаженных зубов. При этом клинически за период от 1 месяца до 2-х лет не было выявлено никаких признаков анкилоза.

Восстановление периодонтальной связки у зубов, пересаженных в лунку удаленного зуба подтверждалось данными клинического, рентгенологического и инструментального обследования. При периотестометрии отмечалась градация данных в сторону уменьшения подвижности, однако она было сопоставима с данными у интактных зубов. Минимальные значения периотестометрии составили -4(у.е.), что соответствует нижней границе нормы у интактных многокорневых зубов. При рентгенологическом обследовании в большинстве случаев было подтверждено наличие равномерного пространства периодонтальной щели начиная с 6 месяцев после операции. Через год после операции в 25% случаев наблюдалась небольшая локальная деформация периодонтальной щели и оставалась такой же через 2 года. Это подтверждает данные других авторов о том, что при удалении трансплантата неизбежно происходит травматизация поверхности корня, что в последствии вызывает частичную поверхностную резорбцию. Так как периодонтальная связка имеет

способность к пролиферации, дефекты площадью менее 2 мм заживают за счет окружающего цемента, даже при наличии очагов поверхностной резорбции. По всей видимости, частичная резорбция предшествует заживлению небольших очагов повреждения периодонтальной связки. При этом, после ее заживления, у трансплантированных зубов не отмечается тенденции к анкилозированию.

Метод периотестометрии показал себя достаточно надежным и информативным для первичной оценки состояния периодонтальной связки у трансплантированных зубов. Так как при рентгенологическом обследовании патологические изменения были замечены лишь через 6 месяцев после операции, а по данным клинического обследования признаков заместительной резорбции обнаружить не удалось, - данные периотестометрии позволяли отслеживать уменьшение подвижности зуба начиная с 1 месяца постоперационного периода. В нашем исследовании метод периотестометрии явился наиболее информативным. К примеру, резкое снижение показателей подвижности зуба в первые полгода после операции, давало основание предполагать наличие процессов заместительной резорбции и прогнозировать анкилозирование в будущем.

Демпфирующую способность периодонта трансплантированных зубов оценивали через 3 – 6 – 12 – 24 месяца после операции. Фиксирующая шина была снята через 2 месяца после операции. Для сравнения были оценены характеристики симметричных зубов у каждого пациента.

В результате было показано, что через 3 и 6 месяцев подвижность трансплантированных зубов была несколько выше, чем у противоположных зубов. Это связано с тем, что после трансплантации количество периодонтальных волокон в лунке значительно меньше, чем у здоровых зубов. Через 12 и 24 месяцев наблюдения пересаженные зубы имели более прочное прикрепление к челюсти, что также подтверждалось данными рентгенографии. По сравнению с предыдущими сроками было отмечено статистически значимое снижение подвижности трансплантированных зубов. Полученные данные демонстрируют, что через 1 год трансплантированные зубы стабилизируются. Также было



показано, что на исследуемых сроках от 3 до 24 месяцев по данным периотестометрии трансплантированных зубов нет статистически значимых рисков к подвижности или полному анкилозированию. Статистически значимых изменений в динамике подвижности контрольных зубов выявлено не было. Проведенное исследование свидетельствует также о том, что в период наблюдения нами не установлено статистически значимых рисков развития подвижности трансплантированных зубов либо развития полного анкилозирования. В первые 6 месяцев после операции по данным периотестометрии мы отмечаем снижение показателей, которые в последующем повышались, что свидетельствовало о процессах анкилозирования.

Анализ рентгенограмм, полученных в период 1 – 3 – 6 – 12 – 24 месяца после проведения аутотрансплантации показал, что признаки анкилозирования появлялись не ранее чем через 1 год наблюдения, при полном отсутствии признаков резорбции костной ткани, что связано с окончанием процесса реминерализации кости. В то же время следует отметить, что двухмерное изображение на прицельных рентгенограммах не позволяет в полной мере оценить клиническую картину на ранних сроках после оперативного вмешательства.

При клиническом обследовании измерялась глубина зубо-десневого прикрепления в 6 точках, что позволило определить принцип формирования пародонтального прикрепления у трансплантированных зубов. По полученным данным был сделан вывод, что пародонтальное прикрепление не нарушено у зубов, пересаженных в область включенного дефекта с наличием всех стенок кости по периметру. Необходимым условием было позиционирование зуба таким образом, чтобы эмалево-цементная граница соответствовала краю кортикальной пластинки альвеолы. Такой подход обеспечил формирование пародонтального прикрепления на уровне биологической ширины зуба. Однако, при пересадке в область концевой дефекта было обнаружено, что формирование прикрепления в этой области обусловлено уровнем кортикальной пластины кости. Эти данные не

совпадают с данными полученными другими исследователями, которые утверждают что костная ткань может заново сформироваться при наличии периодонтальной связки на поверхности зуба. По всей видимости это относится к другим видам дефекта кости. Учитывая полученные результаты, стоит с осторожностью относиться к планированию пересадки в область дистального дефекта, либо дефекта с отсутствием одной или более стенок костной ткани в реципиентной зоне.

#### **4.2. Метод формирования костного ложа с помощью индивидуальной пьезохирургической насадки**

При формировании костного ложа под трансплантат учитывали, что трансплантат должен свободно располагаться в лунке, не контактируя с костью альвеолы, во избежание травмирования цемента корня и предупреждения резорбции. Однако при этом, слишком свободное его положение может привести к потере зуба при сколе удерживающей шины и к последствиям, связанным с несоразмерно большим объемом лунки. Это увеличивает риск инфицирования лунки, и может привести к более длительному периоду реабилитации.

Применение разработанной нами индивидуальной ультразвуковой насадки для доработки лунки удаленного зуба, а также для формирования лунки в нативной кости, обеспечивало достижение необходимой глубины и формы лунки соразмерной с литографической моделью трансплантируемого зуба. Использование комбинированного подхода при формировании ложа под трансплантат с использованием пьезоэлектрического эффекта обеспечивает высокую точность, особенно при выполнении 3D реконструкции, возможность щадящего препарирования под трансплантат любой формы, снижают время хирургического вмешательства. При формировании искусственной лунки, либо при изначально меньшем объеме лунки использование 3D-модели трансплантируемого зуба мы считаем необходимым. В лунке, сформированной в нативной кости, отсутствуют встречные волокна коллагена периодонтальной связки удаленного зуба, что значительно изменяет процесс формирования нового

соединения и способствует анкилозу. Применение индивидуальной пьезохирургической насадки и литографическая модель трансплантируемого зуба создают полностью конгруэнтные поверхности способствующие не только оптимизации условий проведения операции аутотрансплантации, но и способствуют оптимизации процесса реабилитации пациентов в послеоперационном периоде.

#### **4.3. Исследование точности стереолитографического прототипирования.**

В процессе практической работы было выявлено несоответствие формы и размеров стереолитографических моделей зубов и реальных трансплантатов. Чаще всего это может быть связано с погрешностями компьютерной томографии при получении снимка, человеческим фактором при «извлечении» объемов трансплантата из томограммы и небольшими искажениями при печати стереолитографической модели.

Для определения погрешности получения стереолитографической модели с помощью программы «Geomagic qualify 12» было проведено сравнение около 20.000 точек, определена разница расстояний между этими точками и получена средняя погрешность разницы объемов. Исследование показало, что средняя погрешность метода стереолитографии составила  $0,19 \pm 0,07$  мм.

Проведенное исследование точности стереолитографического прототипирования 3D-моделей трансплантируемых зубов показало, что аддитивные технологии в практике челюстно-лицевой хирургии обеспечивают врачей стоматологов новыми более эффективными возможностями для лечения пациентов. Востребованность технологий обусловлена высоким качеством изготовления хирургических шаблонов, эстетичностью, контролем объема и пространства, геометрической точностью размеров и формы. Использование метода стереолитографического прототипирования сокращает сроки реабилитации пациентов и позволяет снизить риск развития резорбции костной ткани при аутотрансплантации зубов.

Точность стереолитографической модели является критичной при пересадке зубов. Анализ показал, что наибольшие искажения возникают при обработке томограмм низкого качества и модели могут значительно отличаться от трансплантата. Таким образом, при выполнении трансплантации зуба, максимальный размер вокселя должен составлять 0,125 мм.

#### **4.4. Анализ влияния общих и местных факторов на прогноз успешности проведения операции аутотрансплантации зубов.**

В ходе настоящего исследования установлено токсическое воздействие никотина на клетки, который снижает регенеративную способность периодонтальной связки и окружающих тканей, что впоследствии способствует анкилозированию.

Нами не установлено статистически значимого влияния таких факторов как: коррекция формы коронковой части, наличие пародонтальной повязки после операции, тип и срок шинирования, промежуточная среда в которой находился трансплантат, экстраоральное время и сроки пломбирования корневых каналов на подвижность зуба в послеоперационном периоде с 3 до 24 месяцев. Наличие хронических соматических заболеваний, среди которых наиболее распространённым был гипотиреоз, также не оказывало статистически значимого воздействия. У всех пациентов сохранялась тенденция к снижению подвижности трансплантированного зуба к 24 месяцу наблюдения.

Низкий гигиенический статус, наличие определенной общесоматической патологии, отсутствие костной поддержки в реципиентной зоне являются абсолютными противопоказаниями к проведению операции. При отборе пациентов для проведения аутотрансплантации важно определить соотношение степени риска проведения операции и ожидаемого результата, особенно если речь идет об эстетической и функциональной необходимости сохранения зуба.

Было так же установлено, что резекция верхушки корня, возраст пациента и отсутствие 3D-модели статистически значимо снижали подвижность зуба после

трансплантации к 3 месяцам наблюдения, в то время как в последующие месяцы значимая разница не проявлялась. По нашему мнению, это может быть связано с тем, что поверхность корня в области резекции верхушки имела оголенный дентин, что способствовало развитию заместительной резорбции и стабилизации зуба на ранних сроках наблюдения.

У пациентов с зубами-донорами, участвовавшими в жевании до пересадки, наблюдали статистически значимое снижение их подвижности к 12 и 24 месяцам наблюдения по сравнению с пациентами, у которых эти зубы были ретинированы. При удалении функционирующего зуба могла происходить большая травматизация периодонтальных волокон, что впоследствии могло вызывать поверхностную резорбцию. Также, в виду ограниченного потенциала к регенерации периодонтальных волокон, такие зубы впоследствии формируют фиброзное соединение, в то время как ретинированные зубы имеют более высокую регенеративную способность.

Успешность ауотрансплантации определяется с учетом прогноза влияния тех или иных факторов в конкретном клиническом случае. Для прогнозирования проведенного оперативного лечения нами разработана балльная система оценки, которая основана на 18 показателях общего состояния здоровья пациента и его стоматологического статуса (Таблица 13).

Таблица 13 – Критерии успешности аутотрансплантации зубов (в баллах)

№	Критерии	Количество баллов			Противопоказания
		0	1	2	
1	Возраст пациента	до 20	20–35 лет	старше 35 лет	
2	Курение	нет	да		
3	Сопутствующие и хронические заболевания	нет		*	**
4	Принадлежность донора к челюсти	верхняя	нижняя		
5	Челюсть реципиент	нижняя	верхняя		
6	Вид дефекта зубного ряда	включенный		концевой	
7	Ретенция / дистопия донора	норма	дистопия	ретенция	
8	Участие донора в жевании до пересадки	да	нет		
9	Апикальный периодонтит в реципиентной лунке	нет	да		
10	Применение 3D модели	да		нет	
11	Экстраоральное время	<5 мин	5-15	15-20	>20
12	Промежуточная среда	Физ.раствр+АБ	Физ. раствор		сухая
13	Шина фиксирующая	не ригидная	ригидная		
14	Наличие достаточного объема кости в реципиентной зоне	4/4	3/4	2/4	1/4
15	Пародонтальная повязка	да	нет		
16	Коррекция формы коронки зуба	нет		да	
17	Депульпирование зуба	До операции	в теч. 2х недель (после операции)	во время операции	
18	Резекция верхушки корня зуба	нет		да	

\*- заболевания щитовидной железы, ИБС, Гипертоническая болезнь

\*\* - онкологические заболевания, болезни соединительной ткани

Количество баллов от 0 до 6 расценивали как высокую степень успешности. У этих пациентов с высокой долей вероятности происходит приживление трансплантата с образованием периодонтального прикрепления, а формирование мягких тканей десны происходит на уровне биологической ширины зуба. В долгосрочной перспективе у трансплантата нет тенденции к анкилозированию. Клинически трансплантат не отличается от других зубов.

Сумма от 7–14 баллов соответствует средней степени успешности. Приживление трансплантата происходит с частичным восстановлением периодонта, возможно появление очагов поверхностной резорбции. Формирование мягких тканей происходит на уровне биологической ширины зуба. Результаты периотестометрии (подвижность зуба) соответствуют нижней границе нормы. В долгосрочном прогнозе трансплантат частично анкилозируется.

Низкая степень успешности была у пациентов, сумма баллов у которых составляло от 15 до 25 баллов. В этом случае возможность развития осложнений может быть высокой. Наиболее часто у этой группы отмечали отсутствие приживления трансплантата вследствие воспалительного процесса в лунке, отлом кортикальной стенки костной альвеолы в ранний постоперационный период (в течение 7 дней), явления воспалительной и заместительной резорбции (в период от 6 месяцев после операции), формирование мягких тканей происходило с осложнением в виде рецессии десны.

Данная система оценки является частично статистически подтвержденной в данном исследовании, однако исключить влияние данных факторов клинически мы не можем.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Проведенное исследование с использованием клинических, инструментальных и лабораторных методов исследований позволило доказать, что метод аутотрансплантации зубов может быть рекомендован для применения в клинической практике как метод выбора при лечении пациентов с продолжающимся ростом челюсти с целью получения остеоиндуктивного эффекта. В тех случаях, когда лечение пациентов с использованием метода дентальной имплантации не может быть применен, проведение зубосохраняющей операции вполне оправдано.

Данные клинического исследования убедительно свидетельствуют о стабильном состоянии зубов-трансплантатов через 2 года после проведения операции. Аутотрансплантация зубов позволяет улучшить функциональное состояние зубочелюстной системы и восстановить эстетику полости рта в течение 2 месяцев.

Полученные результаты послужили основанием к разработке алгоритма проведения операции аутотрансплантации зубов и рекомендовать его для практической стоматологии.



## ВЫВОДЫ

1. Данные периотестометрии, клинического обследования и рентгенографии свидетельствуют о регенерации связочного аппарата. Значения периотестометрии через два года после операции у 50 пересаженных зубов были в пределах нормы [-3,6 у.е.; +5,1 у.е.]. Метод периотестометрии позволяет выявить патологические изменения пародонта на более ранних сроках после аутотрансплантации, чем метод рентгенографии.
2. При пересадке в область включенного дефекта формирование пародонтального прикрепления происходит на уровне биологической ширины. Глубина рецессий через 2 года в среднем составила 1,9 мм. При пересадке в область концевго дефекта пародонтальное прикрепление формируется на уровне костной ткани в зоне дефекта. Глубина рецессий в зоне концевго дефекта через 2 года составила в среднем 3,5 мм. Формирования пародонтальных карманов не наблюдалось.
3. Предложенный комбинированный способ формирования костной лунки с применением хирургических инструментов и индивидуальной пьезохирургической насадки позволяет формировать ложе для трансплантата конгруэнтное трансплантируемому зубу.
4. Определение точности изготовления стереолитографических моделей установило, что наибольшая степень погрешности связана с качеством исходной компьютерной томограммы. При проведении аутотрансплантации максимальный размер вокселя не должен превышать 0,125 мм.
5. Проведен анализ влияния 18 общих и местных факторов на прогноз успешности операции аутотрансплантации у взрослых пациентов. Факторами, усугубляющими прогноз операции являются: возраст пациента, курение, отсутствие стереолитографической модели, участие донорского зуба в жевании до пересадки, проведение резекции верхушки корня трансплантированного зуба.
6. Разработан алгоритм проведения аутотрансплантации у взрослых пациентов.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. При проведении аутотрансплантации рекомендовано использование метода периотестометрии, как наиболее информативного для оценки состояния пародонта на начальных сроках после операции (до 1 года).
2. Операция аутотрансплантации должна состоять из следующих этапов: изготовление 3D-модели, изготовление пьезохирургической насадки, проведение эндодонтического лечения при закрытой верхушке корня.
3. При планировании операции использовать предложенный алгоритм подготовки к хирургическому и эндодонтическому вмешательству. Это повысит эффективность хирургического лечения и создаст благоприятные условия для последующего ортопедического лечения, а также уменьшит количество возможных осложнений.
4. При планировании операции аутотрансплантации зубов следует проводить отбор пациентов с учетом влияния факторов общего состояния и стоматологического статуса.

## **СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ**

**ГБ** – гипертоническая болезнь

**ДМСО** - диметилсульфоксид

**КЛКТ** – конусно-лучевая компьютерная томография

**КТ** – компьютерная томография

**МТА** – минерал триоксид агрегат

**НПВС** – нестероидные противовоспалительные препараты

**ОПТГ** – ортопантограмма

**УЗ** – ультразвук

**ADA** - American Dental Association

**AAPD** - American Academy of Pediatric Dentistry

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Антоневи́ч, В.М. О реплантации и трансплантации зубов : Дис. на степ. д-ра медицины лекаря В. Антоневи́ча. - Санкт-Петербург : тип. Э. Арнольда, 1865. - 43, [2] с.: табл. 1 л. ил.; 22.
2. Ашурко И. П. Аутоотрансплантация зубов как альтернатива дентальной имплантации. /И.П. Ашурко, И. Власова, П. Яремчук, О. Быстрова// *BMJ Case Rep.* 2020 Jun 11;13(6):e234889. doi: 10.1136/bcr-2020-234889. PMID: 32532914; PMCID: PMC7295376.
3. Бадалян, В.А. Динамика заживления периапикальных деструктивных поражений в рентгенологическом изображении / В.А. Бадалян, Н.А. Рабухина, Л.А. Григорьянц // *Стоматология.* – 2000. – No2. – С. 12–16
4. Бадалян В.А., Зедгенидзе А.М. Сравнительный анализ материалов для ретроградного пломбирования, проведенный на удаленных зубах в жидкой и сухой средах / *Эндодонтия Тудэй* Номер 1, 2018, стр. 59-62
5. Бадалян В.А. Аутоотрансплантация зубов. / Бадалян В.А., Зедгенидзе А.М.// *Российский стоматологический журнал.* – 2019. -Том. 23. – No6
6. Бадалян В.А. Факторы успеха при аутоотрансплантации зубов / В.А. Бадалян, А.М. Зедгенидзе // *Стоматология.* - 2020;99(4):81-85.
7. Байриков, И.М. Реплантация и аутоотрансплантация зубов как альтернатива имплантации в современных экологических условиях. / Байриков, И.М. Иващенко, А. В// *Известия Самарского Научного центра Российской академии наук.* - 2014. – Том. 16. – No 5-2. – С. 824-828.

8. Ершова А.М. Аутотрансплантация третьих моляров как альтернатива дентальной имплантации. / Ершова А.М., Тарасенко С.В., Мехтиева С.Ф.// Российский вестник дентальной имплантологии. – 2019. – No 1-2 (43-44). – С. 78-84.
9. Козлов В.А. Аутотрансплантация зубов : учебное пособие. / Козлов В.А.. – Издательство Человек, 2019. – 56 с.
10. Козлов, В.А. Одонтопластика / 1974 Монография
11. Кражан С.Н. Аутотрансплантация зубов при несъемном протезировании концевых дефектов зубных рядов. / Кражан С.Н., Кражан Д.С., Камышан М.А., Слетов А.А., Ярошкевич А.В.// Актуальные вопросы клинической стоматологии. – 2019. – С. 122-126.
12. Кулаков, А.А. Хирургическая стоматология и челюстно-лицевая хирургия /А.А. Кулаков. Т.Г. Робустова, А.И. Неробеев // Национальное руководство. – М.: ГЭОТАР-Медиа. – 2010. – 928 с.
13. Максудов М.М. Развитие учения о трансплантации зубов и зубных зачатков / М.М. Максудов 1970 //Стоматология.
14. Пат. 2605630 С1, Российская Федерация, МПК А61С 8/00, А61К 35/28, А61Р 1/02. Способ аутотрансплантации зуба с сохранением жизнедеятельности его пульпы/ Сирак С.В., Щетинин Е.В, Ходжаян А.Б.// Патентообладатель ФГБУ ВО Ставропольский государственный медицинский университет Минздрава РФ. – No 2015148450/14; заявл. 10.11.2015; опубл. 27.12.2016.
15. Сипкин А.М. Костная пластика верхней челюсти с одномоментной аутотрансплантацией зубов у пациента с врожденной расщелиной верхней губы, альвеолярного отростка и нёба. / Сипкин А.М., Епифанов С.А., Модина Т.Н., Карасунский Г.М.// Клиническая стоматология. – 2021. – С. 80-85.

16. Сирак С.В. Гистохимические изменения в тканях пародонта после аутотрансплантации зубов. /Сирак С.В., Щетинин Е.В., Дилекова О.В./ Сирак А.Г., Дыгов Э.А.// Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2016. – Том 11. – №1.- С. 99-103
17. Сливкин А.А. Аутотрансплантация зубов мудрости. / Сливкин А.А., Федотова Е.А., Иорданишвили А.К.// Известия Российской военно-медицинской академии. – 2020. - Том 39. – №S3-5.- С. 152-156.
18. Tobe O. Histological studies on periodontal tissue reactions following intentional replantation of incisors in monkeys: With special reference to computer-aided three dimensional reconstruction of replanted teeth [in Japanese]. 1990 / /Jpn J Conserv Dent 1990;33:772-802
19. Федотова Е.А. История и перспективы развития аутотрансплантации зубов. / Федотова Е.А., Иорданишвили А.К., Музыкин М.И.// Актуальные вопросы стоматологии. – 2021. – С. 917-921.
20. Фирсова И.В. Аутотрансплантация зубов при единичных дефектах зубного ряда. / Фирсова И.В., Давыдова Н.В., Олейникова Н.М., Жалолова С.А.// Актуальные вопросы стоматологии. – 2021. -С. 921-925.
21. Фукс А.С. О комплексной оценке деятельности частных стоматологических организаций // Материалы международной научно-практической конференции «Роль здравоохранения в охране здоровья населения. 13-14 апреля 2010 г. Москва. Бюллетень Национального НИИ общественного здоровья РАМН, Тем. вып. – 2010. – Вып. 2 – С. 162-165.
22. Хасанов, Р. А., Хамматов Н.И. Алловитальная пересадка консервированных зубов 2007 / Медицинский вестник Башкортостана 1999-6209

23. Abedini S, Kaku M, Kawata T, Koseki H, Kojima S, Sumi H, Motokawa M, Fujita T, Ohtani J, Ohwada N, Tanne K. Effects of cryopreservation with a newly-developed magnetic field programmed freezer on periodontal ligament cells and pulp tissues. *Cryobiology*. 2011 Jun;62(3):181-7. doi: 10.1016/j.cryobiol.2011.03.001. Epub 2011 Mar 21. PMID: 21397593.
24. Ahlberg K, Bystedt H, Eliasson S, Odenrick L. Long-term evaluation of autotransplanted maxillary canines with completed root formation. *Acta Odontol Scand*. 1983;41(1):23-31. doi: 10.3109/00016358309162300. PMID: 6575571.
25. Akiyama Y, Fukuda H, Hashimoto K. A clinical and radiographic study of 25 autotransplanted third molars. *J Oral Rehabil*. 1998 Aug;25(8):640-4. doi: 10.1046/j.1365-2842.1998.00215.x. PMID: 9781869.
26. American Academy of Periodontology: Glossary of Periodontal Terms *J Periodontol* Nov, 1986
27. American Academy of Periodontology: Glossary of Periodontal Terms *J Periodontol* Nov, 1986
28. Andersson L, Bodin I, Sörensen S. Progression of root resorption following replantation of human teeth after extended extraoral storage. *Endod Dent Traumatol*. 1989 Feb;5(1):38-47. doi: 10.1111/j.1600-9657.1989.tb00335.x. PMID: 2598883.
29. Andersson L., Jonsson BG, Hammarström L, Blomlöf L, Andreasen JO, Lindskog S. Evaluation of statistics and desirable experimental design of a histomorphometrical method for studies of root resorption. *Endod Dent Traumatol* 1987;3:288-295
30. Andreasen JO, Andreasen FM. Root resorption following traumatic dental injuries. *Proc Finn Dent Soc*. 1992;88 Suppl 1:95-114. PMID: 1354871.

31. Andreasen JO, Hjørting-Hansen E. Replantation of teeth. I Radiographic and clinical study of 110 human teeth replanted after accidental loss. *Acta Odontol Scand* 1966;24:263-286
32. Andreasen JO, Hjørting-Hansen E. Replantation of teeth. II Histological study of 22 replanted anterior teeth in humans *Acta Odontol Scand* 1966;24:287-306
33. Andreasen JO, Kristerson L. The effect of limited drying or removal of the periodontal ligament. Periodontal healing after replantation of mature incisors in monkeys. *Acta Odontol Scand* 1981;39:1-13
34. Andreasen JO, Paulsen HU, Yu Z, Ahlquist R, Bayer T, Schwartz O. A long term study of 370 autotransplanted premolars. Part I. Surgical procedure and standardized techniques for monitoring healing. *Eur J Orthod* 1990;12:3-13.
35. Andreasen JO, Paulsen HU, Yu Z, Bayer T, Schwartz O. A long term study of 370 autotransplanted premolars. Part II. Tooth survival and pulp healing subsequent to transplantation. *Eur J Orthod* 1990;12:14-24
36. Andreasen JO, Paulsen HU, Yu Z, Bayer T. A long term study of 370 autotransplanted premolars. Part IV. Root development subsequent to transplantation. *Eur J Orthod* 1990;12:38-50
37. Andreasen JO, Paulsen HU, Yu Z, Schwartz O. A long term study of 370 autotransplanted premolars. Part III. Periodontal healing subsequent to transplantation. *Eur J Orthod* 1990;12:25-37.
38. Andreasen JO. A time-related study of periodontal healing and root resorption activity after replantation of mature permanent incisors in monkeys. *Swed Dent J* 1980;4:101-110



39. Andreasen JO. A time-related study of periodontal healing and root resorption activity after replantation of mature permanent incisors in monkeys. *Swed Dent J.* 1980;4(3):101-10. PMID: 6933704.
40. Andreasen JO. Analysis of pathogenesis and topography of replacement root resorption (ankylosis) after replantation of mature permanent incisors in monkeys. *Swed Dent J.* 1980;4(6):231-40. PMID: 6938062.
41. Andreasen JO. *Atlas of Replantation and Transplantation of Teeth.* Philadelphia: Saunders, 1992
42. Andreasen JO. Effect of extra-alveolar period and storage media upon periodontal and pulpal healing after replantation of mature permanent incisors in monkeys. *Int J Oral Surg.* 1981 Feb;10(1):43-53. doi: 10.1016/s0300-9785(81)80007-5. PMID: 6792094.
43. Andreasen JO. Experimental dental traumatology: development of a model for external root resorption. *Endod Dent Traumatol.* 1987 Dec;3(6):269-87. doi: 10.1111/j.1600-9657.1987.tb00636.x. PMID: 2894300.
44. Andreasen JO. Experimental dental traumatology: development of a model for external root resorption. *Endod Dent Traumatol* 1987;3:269-287.
45. Andreasen JO. External root resorption: its implication in dental traumatology, periodontics, orthodontics and endodontics. *Int Endod J* 1985;18:109-118
46. Andreasen JO. Interrelation between alveolar bone and periodontal ligament repair after replantation of mature permanent incisors in monkeys. *J Periodontal Res.* 1981;16:228–235. [PubMed] [Google Scholar]
47. Andreasen JO. Periodontal healing after replantation and autotransplantation of incisors in monkeys. *Int J Oral Surg* 1981;10 54-61

48. Andreasen JO. Periodontal healing after replantation and autotransplantation of incisors in monkeys. *Int J Oral Surg.* 1981 Feb;10(1):54-61. doi: 10.1016/s0300-9785(81)80008-7. PMID: 6792095.
49. Andreasen JO. Relationship between cell damage in the periodontal ligament after replantation and subsequent development of root resorption. *Acta Odontol Scand* 1981;39:15-25
50. Andreasen JO. Relationship between surface and inflammatory resorption and changes in the pulp after replantation of permanent incisors in monkeys. *J Endod* 1981;7:294-301.)
51. Andreasen JO. The effect of pulp extirpation or root canal treatment on periodontal healing after replantation of permanent incisors in monkeys. *J Endod* 1981;7:245-252, 1982;8:426-427
52. Aoyama S, Yoshizawa M, Niimi K, Sugai T, Kitamura N, Saito C. Prognostic factors for autotransplantation of teeth with complete root formation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2012 Nov;114(5 Suppl):S216-28. doi: 10.1016/j.oooo.2011.09.037. Epub 2012 Jun 15. PMID: 22705233.
53. Arikan F, Franko M, Gürkan A. Replantation of a vertically fractured maxillary central incisor after repair with adhesive resin. *Int Endod J.* 2008 Feb;41(2):173-9. doi: 10.1111/j.1365-2591.2007.01334.x. Epub 2007 Nov 27. PMID: 18042224.
54. Asai Y, Nakagawa K. PDL preservation in transplantation and replantation of teeth. Part 1. The experimental and clinical approach [in Japanese]. *J Jpn Dent Assoc* 1997;50:6-16
55. Atrizadeh F, Kennedy J, Zander H. Ankylosis of teeth following thermal injury. *J Periodontal Res.* 1971;6(3):159-67. doi: 10.1111/j.1600-0765.1971.tb00604.x. PMID: 4272008.

56. Abu-Hussein Muhamad<sup>1</sup> \* and Abdulgani Azzaldeen<sup>2</sup> Autotransplantation of Tooth in Children with Mixed Dentition 1 Department of Pediatric Dentistry, 123 Argus Street, 10441 Athens, Greece 2 Al-Quds University, Beit Hanina, Jerusalem, Palestine
57. Badalyan K, Zedgenidze A. The Influence of Terms of Pulp Extirpation during Tooth Auto Transplantation on Resorption and Ankylosis in Adults / Journal of Dental Health and Oral Research, 2020. p.131-135
58. Bauss O, Schwestka-Polly R, Schilke R, Kiliaridis S. Effect of different splinting methods and fixation periods on root development of autotransplanted immature third molars. J Oral Maxillofac Surg. 2005 Mar;63(3):304-10. doi: 10.1016/j.joms.2004.06.056. PMID: 15742278.
59. Berglund L, Kurol J, Kvint S. Orthodontic pre-treatment prior to autotransplantation of palatally impacted maxillary canines: Case reports on a new approach. Eur J Orthod. 1996;18:449–56.
60. Chen FM, Gao LN, Tian BM, Zhang XY, Zhang YJ, Dong GY, Lu H, Chu Q, Xu J, Yu Y, Wu RX, Yin Y, Shi S, Jin Y. Treatment of periodontal intrabony defects using autologous periodontal ligament stem cells: a randomized clinical trial. Stem Cell Res Ther. 2016 Feb 19;7:33. doi: 10.1186/s13287-016-0288-1. Erratum in: Stem Cell Res Ther. 2018 Oct 7;9(1):260. PMID: 26895633; PMCID: PMC4761216.
61. Cho JH, Hwang HS, Chang HS, Hwang YC. Application of orthodontic forces prior to autotransplantation - case reports. International Endodontic Journal. 2013 Feb;46(2):187-194. DOI: 10.1111/j.1365-2591.2012.02116.x.
62. Chung WC, Tu YK, Lin YH, Lu HK Denys et al., 2014 Outcomes of autotransplanted teeth with complete root formation: a systematic review and meta-analysis. Eur J Orthod 2013; 35(5): 680-8;

63. Chung WC, Tu YK, Lin YH, Lu HK. Outcomes of autotransplanted teeth with complete root formation: a systematic review and meta-analysis. *J Clin Periodontol*. 2014 Apr;41(4):412-23. doi: 10.1111/jcpe.12228. Epub 2014 Feb 10. PMID: 24393101.
64. Cvek M, Lindvall AM. External root resorption following bleaching of pulpless teeth with oxygen peroxide. *Endod Dent Traumatol*. 1985 Apr;1(2):56-60. doi: 10.1111/j.1600-9657.1985.tb00561.x. PMID: 2992918.
65. Czochrowska EM, Stenvik A, Album B, Zachrisson BU. Autotransplantation of premolars to replace maxillary incisors: a comparison with natural incisors. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000 Dec;118(6):592-600. doi: 10.1067/mod.2000.110521. PMID: 11113791.
66. Czochrowska EM, Stenvik A, Bjercke B, Zachrisson BU. Outcome of tooth transplantation: survival and success rates 17-41 years posttreatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2002 Feb;121(2):110-9; quiz 193. doi: 10.1067/mod.2002.119979. PMID: 11840123.
67. Czochrowska EM, Stenvik A, Bjercke B, Zachrisson BU. Outcome of tooth transplantation: survival and success rates 17-41 years posttreatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2002 Feb;121(2):110-9; quiz 193.
68. Dahlin C, Linde A, Gottlow J, Nyman S. Healing of bone defects by guided tissue regeneration. *Plast Reconstr Surg*. 1988 May;81(5):672-6. doi: 10.1097/00006534-198805000-00004. PMID: 3362985.
69. Derks J, Tomasi C. Peri-implant health and disease. A systematic review of current epidemiology. *J Clin Periodontol*. 2015 Apr;42 Suppl 16:S158-71. doi: 10.1111/jcpe.12334. PMID: 25495683.

70. Farag A, Vaquette C, Theodoropoulos C, Hamlet SM, Hutmacher DW, Ivanovski S. Decellularized periodontal ligament cell sheets with recellularization potential. *J Dent Res*. 2014 Dec;93(12):1313-9. doi: 10.1177/0022034514547762. Epub 2014 Sep 30. PMID: 25270757; PMCID: PMC4462801.
71. Freitas Coutinho NB, Nunes FC, Gagno Intra JB, Roldi A, de-Jesus-Soares A, Coelho MS, Frozoni M. Success, Survival Rate, and Soft Tissue Esthetic of Tooth Autotransplantation. *J Endod*. 2021 Mar;47(3):391-396. doi: 10.1016/j.joen.2020.11.013. Epub 2020 Nov 24. PMID: 33245974.
72. Fukuro K. Bone morphometrical studies of intentional replantation in monkeys' teeth [in Japanese]. *Jpn J Conserv Dent* 1991; 34:957-985
73. Fuss Z, Tsesis I, Lin S. Root resorption--diagnosis, classification and treatment choices based on stimulation factors. *Dent Traumatol*. 2003 Aug;19(4):175-82. doi: 10.1034/j.1600-9657.2003.00192.x. PMID: 12848710.
74. Gault PC, Warocquier-Clerout R. Tooth auto-transplantation with double periodontal ligament stimulation to replace periodontally compromised teeth. *J Periodontol*. 2002 May;73(5):575-83. doi: 10.1902/jop.2002.73.5.575. PMID: 12027263.
75. Gregg TA, Boyd DH. Treatment of avulsed permanent teeth in children. UK National Guidelines in Paediatric Dentistry. Royal College of Surgeons, Faculty of Dental Surgery. *Int J Paediatr Dent*. 1998 Mar;8(1):75-81. doi: 10.1046/j.1365-263x.1998.00066.x. PMID: 9558551.
76. Hariri R, Alzoubi EEM. Autotransplantation in combination with orthodontic treatment. *J Orthod Sci*. 2019 Aug 8;8:11. doi: 10.4103/jos.JOS\_62\_18. PMID: 31497570; PMCID: PMC6702680.

77. Hinckfuss SE, Messer LB. Splinting duration and periodontal outcomes for replanted avulsed teeth: a systematic review. *Dent Traumatol*. 2009 Apr;25(2):150-7. doi: 10.1111/j.1600-9657.2008.00761.x. PMID: 19290892.
78. Hovinga J. Transplantatie en replantatie van tanden [Tooth transplantation and reimplantation]. *Ned Tijdschr Tandheelkd*. 1969 Dec;76(12):965-71. Dutch. PMID: 4982858.
79. Hunter J. *The Natural History of the Human Teeth: Explaining Their Structure, Use, Formation, Growth, and Diseases. To which is Added, a Practical Treatise on the Diseases of the Teeth 1778 / The Natural History of the Human Teeth - Google-Books-ID:PRMLAAAIAAJ*
80. Hupp JG, Mesaros SV, Aukhil I, Trope M. Periodontal ligament vitality and histologic healing of teeth stored for extended periods before transplantation. *Endod Dent Traumatol*. 1998;14:79–83. [PubMed] [Google Scholar]
81. Ichinokawa H, et al. The pathological analysis in the experiments on autotransplantation of teeth [in Japanese]. *Jpn J Conserv Dent* 1998;41:38.
82. Ichinokawa H, et al. The pathological analysis in the experiments on autotransplantation of teeth: Part 2. The microstructural changes in the healing process [in Japanese]. *Jpn J Conserv Dent* 1998;41:91
83. Ichinokawa H, et al. The pathological analysis in the experiments on autotransplantation of teeth: Part 4. The microstructural changes in the healing process [in Japanese]. *J Jpn Soc Oral Implantol* 1999;12:131
84. Ichinokawa H. Ultrastructural studies on periodontal tissue reactions following intentional tooth replantation in adult monkeys [in Japanese]. *Jpn J Conserv Dent* 1995;38:63-87

85. Ichinokawa H. Ultrastructural studies on periodontal tissue reactions following intentional tooth replantation in adult monkeys [in Japanese]. *Jpn J Conserv Dent* 1995;38:63-87.).
86. Isidor F, Karring T. Long-term effect of surgical and non-surgical periodontal treatment. A 5-year clinical study. *J Periodontal Res.* 1986 Sep;21(5):462-72. doi: 10.1111/j.1600-0765.1986.tb01482.x. PMID: 2946847.
87. Isono T. Effect of storage media upon periodontal healing after replantation of teeth in adult monkeys [in Japanese]. *J Jpn Soc Oral Implantol* 1998;11:375-385.
88. Iwata T, Mino C, Kawata T. In vitro proliferation of periodontal ligament-like tissue on extracted teeth. *Arch Oral Biol.* 2017 Mar;75:31-36. doi: 10.1016/j.archoralbio.2016.11.015. Epub 2016 Nov 30. PMID: 28061389.
89. Iwata T, Yamato M, Washio K, Yoshida T, Tsumanuma Y, Yamada A, Onizuka S, Izumi Y, Ando T, Okano T, Ishikawa I. Periodontal regeneration with autologous periodontal ligament-derived cell sheets - A safety and efficacy study in ten patients. *Regen Ther.* 2018 Aug 24;9:38-44. doi: 10.1016/j.reth.2018.07.002. PMID: 30525074; PMCID: PMC6222282.
90. Jang Y, Choi YJ, Lee SJ, Roh BD, Park SH, Kim E. Prognostic Factors for Clinical Outcomes in Autotransplantation of Teeth with Complete Root Formation: Survival Analysis for up to 12 Years. *J Endod.* 2016 Feb;42(2):198-205. doi: 10.1016/j.joen.2015.10.021. Epub 2015 Dec 10. PMID: 26686824.
91. John A, Berude, 1988 Resorption after physiological and rigid splinting of replanted permanent incisors in monkeys *Journal of Endodontics* December 1988
92. Jonsson T, Sigurdsson TJ. Autotransplantation of premolars to premolar sites. A long-term follow-up study of 40 consecutive patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;125:668-75.

93. Josefsson E, Brattström V, Tegsjö U, Valerius-Olsson H. Treatment of lower second premolar agenesis by autotransplantation: four-year evaluation of eighty patients. *Acta Odontol Scand*. 1999 Apr;57(2):111-5. doi: 10.1080/000163599429002. PMID: 10445365.
94. Kafourou V, Tong HJ, Day P, Houghton N, Spencer RJ, Duggal M. Outcomes and prognostic factors that influence the success of tooth autotransplantation in children and adolescents. *Dent Traumatol*. 2017 Oct;33(5):393-399. doi: 10.1111/edt.12353. Epub 2017 Jul 14. PMID: 28612428.
95. Kaku M, Kamada H, Kawata T, Koseki H, Abedini S, Kojima S, Motokawa M, Fujita T, Ohtani J, Tsuka N, Matsuda Y, Sunagawa H, Hernandez RA, Ohwada N, Tanne K. Cryopreservation of periodontal ligament cells with magnetic field for tooth banking. *Cryobiology*. 2010 Aug;61(1):73-8. doi: 10.1016/j.cryobiol.2010.05.003. Epub 2010 May 15. PMID: 20478291.
96. Kalkwarf KL. Literature review: periodontal new attachment without the placement of osseous potentiating grafts. *Periodontal Abstr*. 1974 Summer;22(2):53-62. PMID: 4279394.
97. Kallu R, Vinckier F, Politis C, Mwalili S, Willems G. Tooth transplantations: a descriptive retrospective study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2005 Oct;34(7):745-55. doi: 10.1016/j.ijom.2005.03.009. PMID: 15979849.
98. Kim E, Jung JY, Cha IH, Kum KY, Lee SJ. Evaluation of the prognosis and causes of failure in 182 cases of autogenous tooth transplantation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2005;100:112–119. [PubMed] [Google Scholar]
99. Kirkup, John. (1991). Nicolas Andry and 250 years of orthopaedy. *The Journal of bone and joint surgery. British volume*. 73. 361-2. 10.1302/0301-620X.73B3.1670426.



100. Kristerson L, Andreasen JO. The effect of splinting upon periodontal and pulpal healing after autotransplantation of mature and immature permanent incisors in monkeys. *Int J Oral Surg.* 1983 Aug;12(4):239-49. doi: 10.1016/s0300-9785(83)80049-0. PMID: 6418671.
101. Kurisaki H. The pathological analysis in the experiments on autotransplantation of teeth: Part 2 [in Japanese]. *J Jpn Soc Oral Implantol* 1998;11:270-271
102. Lacerda-Santos R, Canutto RF, Araújo JLDS, Carvalho FG, Münchow EA, Barbosa TS, Pithon MM, Rego EB, Neves LS. Effect of Orthodontic Treatment on Tooth Autotransplantation: Systematic Review of Controlled Clinical Trials. *Eur J Dent.* 2020 Jul;14(3):467-482. doi: 10.1055/s-0040-1708329. Epub 2020 Jun 15. PMID: 32542634; PMCID: PMC7440942.
103. Laureys W, Beele H, Cornelissen R, Dermaut L. Revascularization after cryopreservation and autotransplantation of immature and mature apicoectomized teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001
104. Lee SJ, Kim E. Minimizing the extra-oral time in autogeneous tooth transplantation: use of computer-aided rapid prototyping (CARP) as a duplicate model tooth. *Restor Dent Endod.* 2012 Aug;37(3):136-41. doi: 10.5395/rde.2012.37.3.136. Epub 2012 Aug 29. PMID: 23431083; PMCID: PMC3569397.
105. Lee SJ, Kim E. Minimizing the extra-oral time in autogeneous tooth transplantation: use of computer-aided rapid prototyping (CARP) as a duplicate model tooth. *Restor Dent Endod.* 2012 Aug;37(3):136-41. doi: 10.5395/rde.2012.37.3.136. Epub 2012 Aug 29. PMID: 23431083; PMCID: PMC3569397.
106. Loe h, Waerhaug j. Experimental replantation of teeth in dogs and monkeys. *Arch Oral Biol.* 1961 Apr;3:176-84. doi: 10.1016/0003-9969(61)90135-2. PMID: 13931247.

107. Loe H, Waerhaug J. Experimental replantation of teeth in dogs and monkeys. *Arch Oral Biol* 1961;3:176-184
108. Lu L, Sun HF, Xue H, Guo J, Chen YX. Effects of orthodontic load on the periodontium of autogenously transplanted teeth in beagle dogs. *J Zhejiang Univ Sci B*. 2013 Nov;14(11):1025-32. doi: 10.1631/jzus.B1300062. PMID: 24190448; PMCID: PMC3829651.
109. Lu LU<sup>1,2</sup>, Hui-fang SUN<sup>1</sup>, Han XUE<sup>1</sup>, Jing GUO<sup>†‡1</sup>, Yang-xi CHEN<sup>3</sup> Effects of orthodontic load on the periodontium of autogenously transplanted teeth in beagle dogs\*
110. Lucas-Taulé E, Llaquet M, Muñoz-Peñalver J, Somoza J, Satorres-Nieto M, Hernández-Alfaro F. Fully Guided Tooth Autotransplantation Using a Multidrilling Axis Surgical Stent: Proof of Concept. *J Endod*. 2020 Oct;46(10):1515-1521. doi: 10.1016/j.joen.2020.06.017. Epub 2020 Jun 29. PMID: 32615174.
111. Mandel U, Viidik A. Effect of splinting on the mechanical and histological properties of the healing periodontal ligament in the vervet monkey (*Cercopithecus aethiops*). *Arch Oral Biol*. 1989;34(3):209-17. doi: 10.1016/0003-9969(89)90010-1. PMID: 2818270.
112. Mendoza-Mendoza A, Solano-Reina E, Iglesias-Linares A, Garcia-Godoy F, Abalos C. Retrospective long-term evaluation of autotransplantation of premolars to the central incisor region. *Int Endod J*. 2012 Jan;45(1):88-97. doi: 10.1111/j.1365-2591.2011.01951.x. Epub 2011 Sep 11. PMID: 21906087.
113. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med*. 2009 Jul 21;6(7):e1000097. doi: 10.1371/journal.pmed.1000097. Epub 2009 Jul 21. PMID: 19621072; PMCID: PMC2707599.

114. Moshaverinia A, Xu X, Chen C, Ansari S, Zadeh HH, Snead ML, Shi S. Application of stem cells derived from the periodontal ligament or gingival tissue sources for tendon tissue regeneration. *Biomaterials*. 2014 Mar;35(9):2642-50. doi: 10.1016/j.biomaterials.2013.12.053. Epub 2014 Jan 4. PMID: 24397989; PMCID: PMC3929697.
115. Nasif A, Youseff HA. Autogenous transplantation of maxillary canine--a modified technique. *Egypt Dent J*. 1977 Jan;23(1):49-56. PMID: 350574.
116. Needleman IG. A guide to systematic reviews. *J Clin Periodontol*. 2002;29 Suppl 3:6-9; discussion 37-8. doi: 10.1034/j.1600-051x.29.s3.15.x. PMID: 12787202.
117. Nyman S, Gottlow J, Karring T, Lindhe J. The regenerative potential of the periodontal ligament. An experimental study in the monkey. *J Clin Periodontol*. 1982 May;9(3):257-65. doi: 10.1111/j.1600-051x.1982.tb02065.x. PMID: 6954167.
118. Oikarinen K. Tooth splinting: a review of the literature and consideration of the versatility of a wire-composite splint. *Endod Dent Traumatol*. 1990 Dec;6(6):237-50. doi: 10.1111/j.1600-9657.1990.tb00426.x. PMID: 2094598.
119. Ono M, Oshima M, Ogawa M, Sonoyama W, Hara ES, Oida Y, Shinkawa S, Nakajima R, Mine A, Hayano S, Fukumoto S, Kasugai S, Yamaguchi A, Tsuji T, Kuboki T. Practical whole-tooth restoration utilizing autologous bioengineered tooth germ transplantation in a postnatal canine model. *Sci Rep*. 2017 Mar 16;7:44522. doi: 10.1038/srep44522. PMID: 28300208; PMCID: PMC5353657.
120. Ono M, Oshima M, Ogawa M, Sonoyama W, Hara ES, Oida Y, Shinkawa S, Nakajima R, Mine A, Hayano S, Fukumoto S, Kasugai S, Yamaguchi A, Tsuji T, Kuboki T. Practical whole-tooth restoration utilizing autologous bioengineered tooth germ transplantation in a postnatal canine model. *Sci Rep*. 2017 Mar 16;7:44522. doi: 10.1038/srep44522. PMID: 28300208; PMCID: PMC5353657.

121. Patel S, Fanshawe T, Bister D, Cobourne MT. Survival and success of maxillary canine autotransplantation: a retrospective investigation. *Eur J Orthod*. 2011 Jun;33(3):298-304. doi: 10.1093/ejo/cjq071. Epub 2010 Sep 5. PMID: 20819783.
122. Paulsen HU, Andreasen JO, Schwartz O. Pulp and periodontal healing, root development and root resorption subsequent to transplantation and orthodontic rotation: a long-term study of autotransplanted premolars. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995 Dec;108(6):630-40. doi: 10.1016/s0889-5406(95)70009-9. PMID: 7503041.
123. Phillip Pfaff. *Treatise on The Teeth of the Human Body and Their Diseases 1757* / <https://books.google.ru/books>
124. Proye MP, Polson AM. Repair in different zones of the periodontium after tooth reimplantation. *J Periodontol* 1982;53:379-389
125. Rygh P. Orthodontic root resorption studied by electron microscopy. *Angle Orthod*. 1977 Jan;47(1):1-16. doi: 10.1043/0003-3219(1977)047<0001:ORRSBE>2.0.CO;2. PMID: 65136.
126. Saccomanno S, Laganà D, Saran S, De Stefani A, Pirelli P, Bruno G, Gracco A. Proposal of use of the autotransplantation of the third molar as space maintainer in growing patients: a review of literature and a clinical case. *J Biol Regul Homeost Agents*. 2021 May-Jun;35(3 Suppl. 1):179-184. doi: 10.23812/21-3suppl1-20. PMID: 34289677.
127. Sange S, Thilander B. Transalveolar transplantation of maxillary canines. A follow-up study. *Eur J Orthod*. 1990 May;12(2):140-7. doi: 10.1093/ejo/12.2.140. PMID: 2351198.

128. Schatz JP, Joho JP. A clinical and radiologic study of autotransplanted impacted canines. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 1993 Dec;22(6):342-6. doi: 10.1016/s0901-5027(05)80663-0. PMID: 8106807.
129. Schwartz O, Rank CP. Autotransplantation of cryopreserved tooth in connection with orthodontic treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1986 Jul;90(1):67-72. doi: 10.1016/0889-5406(86)90029-6. PMID:
130. Shimada T. Effect of periodontal ligament curetted in alveolar socket for autotransplantation of tooth in adult monkeys [in Japanese]. *J Jpn Soc Oral Implantol* 1998;11:492-500
131. Sugai T, Yoshizawa M, Kobayashi T, Ono K, Takagi R, Kitamura N, Okiji T, Saito C. Clinical study on prognostic factors for autotransplantation of teeth with complete root formation. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2010 Dec;39(12):1193-203. doi: 10.1016/j.ijom.2010.06.018. Epub 2010 Jul 13. PMID: 20630706.
132. Suwanapong T, Waikakul A, Boonsiriseth K, Ruangsawasdi N. Pre- and peri-operative factors influence autogenous tooth transplantation healing in insufficient bone sites. *BMC Oral Health*. 2021 Jun 29;21(1):325. doi: 10.1186/s12903-021-01686-x. PMID: 34187446; PMCID: PMC8240395.
133. Taşlı PN, Doğan A, Demirci S, Şahin F. Myogenic and neurogenic differentiation of human tooth germ stem cells (hTGSCs) are regulated by pluronic block copolymers. *Cytotechnology*. 2016 Mar;68(2):319-29. doi: 10.1007/s10616-014-9784-2. Epub 2015 Feb 20. PMID: 25698158; PMCID: PMC4754241.
134. Temmerman L, De Pauw GA, Beele H, Dermaut LR. Tooth transplantation and cryopreservation: state of the art. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006 May;129(5):691-5. doi: 10.1016/j.ajodo.2004.12.021. PMID: 16679211.

135. Thomas S, Turner SR, Sandy JR. Autotransplantation of teeth: is there a role? *Br J Orthod*. 1998 Nov;25(4):275-82. doi: 10.1093/ortho/25.4.275. PMID: 9884778.
136. Tsukiboshi 2001, Autotransplantation of teeth January 2010
137. Tsukiboshi M, Yamauchi N, Tsukiboshi Y. Long-term outcomes of autotransplantation of teeth: A case series. *Dent Traumatol*. 2019 Dec;35(6):358-367. doi: 10.1111/edt.12495. Epub 2019 Oct 14. PMID: 31127697.
138. Tsukiboshi M. Autotransplantation of teeth: requirements for predictable success. *Dent Traumatol*. 2002 Aug;18(4):157-80. doi: 10.1034/j.1600-9657.2002.00118.x. PMID: 12442825.
139. Verweij JP, Anssari Moin D, Wismeijer D, van Merkesteyn JPR. Replacing Heavily Damaged Teeth by Third Molar Autotransplantation With the Use of Cone-Beam Computed Tomography and Rapid Prototyping. *J Oral Maxillofac Surg*. 2017 Sep;75(9):1809-1816. doi: 10.1016/j.joms.2017.03.045. Epub 2017 Apr 4. PMID: 28453949.
140. Verweij JP, Jongkees FA, Anssari Moin D, Wismeijer D, van Merkesteyn JPR. Autotransplantation of teeth using computer-aided rapid prototyping of a three-dimensional replica of the donor tooth: a systematic literature review. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2017 Nov;46(11):1466-1474. doi: 10.1016/j.ijom.2017.04.008. Epub 2017 May 3. PMID: 28478868.
141. Wesselink, P.R., Beertsen, W. The influence of 1-hydroxyethylidene-1,1-bisphosphonate (HEBP) on dental root resorption in the mouse. *Calcif Tissue Int* **45**, 104–110 (1989). <https://doi.org/10.1007/BF02561409>

142. Wu Y, Chen J, Xie F, Liu H, Niu G, Zhou L. Autotransplantation of mature impacted tooth to a fresh molar socket using a 3D replica and guided bone regeneration: two years retrospective case series *BMC Oral Health*. 2019;19(1):248. Published 2019 Nov 14. doi:10.1186/s12903-019-0945-8
143. Yan Q, Li B, Long X. Immediate autotransplantation of mandibular third molar in China. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010 Oct;110(4):436-40. doi: 10.1016/j.tripleo.2010.02.026. Epub 2010 May 10. PMID: 20452259. Yang KC, Kitamura Y, Wu CC, Chang HH, Ling TY, Kuo TF. Tooth Germ-Like Construct Transplantation for Whole-Tooth Regeneration: An In Vivo Study in the Miniature Pig. *Artif Organs*. 2016 Apr;40(4):E39-50. doi: 10.1111/aor.12630. Epub 2015 Nov 18. PMID: 26582651.
144. Ylikontiola LP, Sándor GK. Autotransplantation donor tooth site harvesting using piezosurgery. *Ann Maxillofac Surg*. 2016 Jan-Jun;6(1):75-7. doi: 10.4103/2231-0746.186137. PMID: 27563612; PMCID: PMC4979348.
145. Yoshida M. An experimental study on regeneration of cementum, periodontal ligament and alveolar bone in the intradentinal cavities in dogs [in Japanese]. *The Shikwa Gakuho* 1976;76: 1179-1222.
146. Yoshino K1, Kariya N et al. 2013 Comparison of prognosis of separated and non-separated tooth autotransplantation.
147. Yu HJ, Jia P, Lv Z, Qiu LX. Autotransplantation of third molars with completely formed roots into surgically created sockets and fresh extraction sockets: a 10-year comparative study. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2017 Apr;46(4):531-538. doi: 10.1016/j.ijom.2016.12.007. Epub 2017 Jan 3. PMID: 28062250.