САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

ПЯТАНОВА

Евгения Сергеевна

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ КОНУСНЫХ СТЕКЛОВОЛОКОННЫХ КАРКАСОВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗУБОВ ПОСЛЕ ЭНДОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ

3.1.7. Стоматология

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
Соколович Наталия Александровна
Доктор медицинских наук

Санкт-Петербург - 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ 4
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ 11
1.1 Современные методы лечения пациентов с разрушением клинической коронки зубов 11
1.2 Факторы, определяющие выбор метода восстановления разрушенного зуба 11
1.3 Анатомия корневого канала как проблема качественного эндодонтического лечения 14
1.4 Рентгенологическое обследование как метод оценки качества обтурации корневых каналов 21
1.5 Современные методы восстановления разрушенных зубов 26
1.6 Современный протокол работы со стекловолоконными штифтами 35
1.7 Ошибки и осложнения при восстановлении разрушенных зубов штифтовыми конструкциями 38
ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 41
2.1. Дизайн исследования 41
2.2 Статистическое исследование 43
2.3 Специальные методы исследования 46
2.3.1 Подготовка объектов исследования 47
2.3.2 Лабораторно-экспериментальное исследование 50
2.3.3 Электронно-микроскопическое исследование 56
ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ 64
3.1 Результаты статистического исследования 64
3.2 Результаты лабораторно-экспериментального исследования 113
3.3 Результаты электронно-микроскопического исследования 118

ГЛАВА 4. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ С НОВОЙ МОДИФИКАЦИЕЙ СТЕКЛОВОЛОКОННЫХ ШТИФТОВ 133
ЗАКЛЮЧЕНИЕ 143
ВЫВОДЫ 151
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ 153
СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ 154
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 155

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования

В современном мире 95-96% взрослого населения имеют стоматологические заболевания, наиболее распространенным из которых является кариес. Проведенные исследования ВОЗ продемонстрировали большую распространенность кариеса в возрастной группе 35-44 лет [22]. Кариес запускает необратимый процесс осложнений, приводящих к разрушению коронковой части зуба [4, 29]. По данным M. Zarow, C. D'Arcangelo, F. DeAngelis (2014) и M.J Etman в 2015 году распространенность осложнений кариеса составила от 46,9 до 91%, разрушения коронковой части зубов после эндодонтического лечения встречались в 16.7% случаев [27,92].

Недооценка важности восстановления разрушенных зубов ведет к преждевременному удалению зуба, что, приводит к образованию дефектов и деформаций зубных рядов с последующей атрофией альвеолярных отростков верхней и нижней челюсти, а также к возникновению психоэмоционального стресса у пациента [138]. Поэтому современной концепцией многих научных исследований является максимальное сохранение здоровых корней зубов, а также поиск оптимальных методов и материалов для их дальнейшего восстановления и протезирования.

Степень разрушения коронковой части зуба определяет объем вмешательства, технологию реставрации, выбор конструкции и материала [108].

Правильный выбор способа лечения помогает восстановить анатомическую форму зуба и утраченные им функции, необходимые для равномерного распределения жевательного давления.

С развитием инновационных технологий выбор того или иного способа восстановления стал зависеть от [30]:

- материально-технического оснащения рабочих мест;
- различия подходов клинических школ к выбранному методу восстановления;
- индивидуальных предпочтений врачей-стоматологов, формирующихся на основании индивидуального опыта или под влиянием фирм-производителей.

Ошибки при выборе метода восстановления приводят к различным осложнениям, потере зуба или дополнительным затратам на повторно лечение, а также связанными с этим конфликтными ситуациям и судебными разбирательствами [79].

Также одной из наиболее актуальных проблем современной стоматологии является уровень оказания стоматологической помощи населению [26]. В сфере контроля и обеспечения качества стоматологической помощи накоплен значительный опыт, как в России, так и за рубежом [75]. Проведено большое количество исследований, направленных на разработку критериев, показателей и систем оценки качества оказания стоматологической помощи, доказывающих, что важным и неотъемлемым аспектом при выборе способа восстановления зуба является стоимость ортопедической конструкции с учетом оптимального соотношения клинической и экономической целесообразности [63,115]. Расширение спектра эффективных и доступных услуг ведет к повышению показателей стоматологического здоровья населения и является одним из основополагающих звеньев в глобальной системе профилактики заболеваний желудочно-кишечного тракта.

Таким образом, последние научные разработки отечественных и зарубежных исследователей предлагает широкий спектр выбора вариантов по восстановлению зубов после эндодонтического лечения с использованием различных материалов и методов. Несмотря на имеющиеся успехи в этой области, процент осложнений все еще остается высоким, что, свою очередь, еще раз подчеркивает актуальность настоящего исследования и необходимость

совершенствования имеющихся методик по восстановлению разрушенных зубов или поиска новых, предлагающих оптимальное решение всех выдвигаемых задач.

На основании указанных положений были сформулированы цели и задачи настоящего исследования.

Целью настоящего научного **исследования** является обоснование эффективности применения конусных стекловолоконных каркасов при восстановлении разрушенных зубов.

Задачи исследования

1. Изучить распространенность применения штифтовых конструкций в стоматологической практике на основании медицинской документации ортопедического и терапевтического отделения СПб ГБУ «Стоматологическая поликлиника №12» за 2019-2022 годы.
2. Провести анализ и сравнение физико-механических свойств стекловолоконного штифта с конусным стекловолоконным каркасом и стандартного стекловолоконного штифта.
3. Провести сравнительный анализ качества обтурации корневого канала после применения разработанной нами технологии с использованием конусного стекловолоконного каркаса, в сравнении с традиционным методом применения стандартного стекловолоконного штифта.
4. Провести оценку эффективности подготовки корневых каналов и применения предложенной нами новой модификации стекловолоконных штифтов на основании данных лабораторно-экспериментального исследования и сканирующей электронной микроскопии.
5. Разработать практические рекомендации по применению стекловолоконного штифта с конусным стекловолоконным каркасом.

Научная новизна исследования

В ходе настоящего научного исследования была предложена новая модификации стекловолоконных штифтов конусным каркасом. Впервые стандартная стекловолоконная лента была использована в качестве конусного стекловолоконного каркаса. Такая модификация обеспечила принципиально новые характеристики полученной штифтовой конструкции.

Впервые для изучения прочности стекловолоконных штифтов, укрепленных стекловолоконными каркасами, проведено лабораторно-экспериментальное исследование. Проведен сравнительный анализ физическо-механических свойств стекловолоконного штифта с конусным стекловолоконным каркасом и стандартного стекловолоконного штифта. Электронно-микроскопическое исследования позволило провести сравнительный анализ качества прилегание и соответствие стенкам корневого канала стекловолоконного штифта с конусным стекловолоконным каркасом и стандартного стекловолоконного штифта.

Предложен протокол подготовки и фиксации новой модификации штифтов, включающий предварительную подготовку поверхности корневого канала, стекловолоконный ленты и штифта.

Также получены актуальные статистические данные о распространенности применения стекловолоконных штифтов и культевых штифтовых вкладок российскими врачами-стоматологами на базе СПб ГБУ «Стоматологической поликлиники №12».

Теоретическая и практическая значимость исследования

Широкое использование и внедрение предложенной нами новой модификации позволит восстановить разрушенный зуб, максимально сохраняя здоровые твердые ткани. Улучшенная механическая прочность данной штифтовой конструкции позволит повысить устойчивость к переломам, снизить частоту имеющихся осложнений и достигнуть более предсказуемых и долговечных результатов.

Апробация результатов диссертации и внедрение в практику

Результаты исследования внедрены в работу кафедры стоматологии федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет». Перечень курсов и конференций, в которых автор принял участие: Курс Юргена Вальмана «Виниры – от эстетики к функции, от классики к безинвазивному лечению», 16 февраля 2019 года, Санкт-Петербург; Курс Паскуаля Венути и Хуго Коста Лапа «Создание реставрационного комплекса для восстановления сильно разрушенных зубов», 12-13 октября 2019 года, Москва; Курс Иньяцио Лои «Биологически ориентированная техника препарирования В.О.Р.Т.», 15-16 ноября 2019 года, Москва; Онлайн-конференция челюстно-лицевых хирургов и стоматологов «Современная стоматология», 27 октября 2020, Санкт -Петербург; Межвузовская научно-практическая конференция «Актуальные вопросы стоматологии», 2020, Санкт-Петербург; XXVII Всероссийская научно-практическая конференция челюстно-лицевых хирургов и стоматологов с международным участием «Новые технологии в стоматологии», 30 ноября 2022 года, г. Санкт-Петербург.

Публикации

По теме диссертации опубликовано 5 научных работ: в журналах, индексируемых ВАК и РИНЦ – 5.

Личный вклад автора

Автором лично проведен анализ отечественной и зарубежной литературы по теме диссертации, разработаны дизайн исследования, анкеты для врачей-стоматологов, предложена новая модификация стекловолоконных штифтов с конусным стекловолоконным каркасом, проведено лабораторно-экспериментальное и электронно-микроскопическое исследование, представлены этапы подготовки корневого канала, стекловолоконного штифта и стекловолоконного каркаса, предложен протокол работы.

Также автором самостоятельно проведен анализ полученного в результате исследования материала, интерпретация результатов диссертационного исследования, их описание, формулировка выводов и практических рекомендаций. Доля автора в накоплении информации – 100%, в статистической обработке – 80%, в обобщении и анализе материала – 100%.

Объем и структура работы

Диссертация представлена в 4 главах, изложена на 172 страницах, иллюстрирована 88 рисунками и 40 пояснительными таблицами. Список литературы включает 162 источника, из них 79 отечественных и 83 зарубежных.

Основные научные результаты

1. Сканирующая электронная микроскопия позволила заключить, что стекловолоконный каркас соответствует форме корневого канала и плотно заполняет пространство между основным штифтом и дентином корня [54, с.123, с.126, с.151].
2. Предложенная нами модификация стекловолоконного штифта показала лучшие физико-механические свойства [с.114, с.116, с.148]
3. Анализ медицинской документации пациентов показал, что наиболее распространенной конструкцией при восстановлении зуба с разрушенной коронковой частью за период с 2019 по 2022 годы были культевые штифтовые вкладки [55, с. 94, с.146].
4. Анализ проведенного анкетирования врачей-стоматологов показал, что оба метода достаточно популярны, однако наиболее распространенным все же является метод восстановления зуба с применением культевых штифтовых вкладок. Выбор конструкции (стекловолоконный штифт или культевая штифтовая вкладка) зависит от специализации врача, его стажа, места работы и личной приверженности [55, с.73, с.79, с.147].

Положения, выносимые на защиту

1. Анализ медицинской документации пациентов и анкетирование врачей-стоматологов показали, что оба метода (применение культевых штифтовых вкладок и стекловолоконных штифтов) популярны, однако наиболее часто устанавливаемой конструкцией были штифтовые культевые вкладки в сравнении с установленными стекловолоконными штифтами.
2. Сравнение физико-механических свойств стандартного стекловолоконного штифта и стекловолоконного штифта с конусным стекловолоконным каркасом продемонстрировало, что цифровые показатели предела прочности стекловолоконных штифтов с конусным стекловолоконным каркасом больше таковых показателей стандартных стекловолоконных штифтов. Применение конусного стекловолоконного каркаса позволило улучшить прочностные характеристики и повысить устойчивость к внешним нагрузкам.
3. Сканирующая электронная микроскопия, что соответствие стекловолоконного каркаса форме корневого канала и плотное заполнение пространства между основным стекловолоконным штифтом и дентином корня обеспечивает плотную обтурацию корневого канала, в сравнении с традиционным методом фиксации стекловолоконного штифта, где обтурация корневого канала обеспечивается за счет толстой прослойки фиксирующего цемента.
4. Проведенные лабораторно-экспериментальное и электронно-микроскопическое исследование позволили подтвердить эффективность проведенной специальной подготовки корневого канала, стекловолоконного штифта и стекловолоконного каркаса.
5. Разработанная модификация методики применения стекловолоконного штифта доказала свою эффективность в эксперименте.

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Современные методы лечения пациентов с разрушением клинической коронки зубов

Проблема восстановления целостности зуба сегодня актуальна. Отечественные и зарубежные исследования посвящены созданию, совершенствованию и внедрению в стоматологическую практику различных методов восстановления разрушенных зубов. Появление новых материалов и развитие инновационных технологий позволило внедрить в стоматологическую практику различные методики реставрации коронковой части зуба, позволяющие достигать оптимальных отдаленных результатов [124]. Однако в клинической практике чаще закрепляются только те методы, которые одновременно удовлетворяют потребности и врача, и пациента, а именно: простота применения выбранной конструкции, скорость проведения операции и экономическая доступность данной методики.

Восстановление разрушенных девитальных зубов сложный и трудоемкий процесс, благоприятный прогноз которого зависит от правильного выбора метода восстановления. Факторы, определяющие возможность восстановления зуба более подробно представлены в следующей подглаве.

1.2 Факторы, определяющие выбор метода восстановления разрушенного зуба

В процессе лечений осложнений кариеса зуб подвергается различным стрессовым для него манипуляциям (экстирпация сосудисто-нервного пучка, механическая обработка корневого канала), что приводит к изменению физических параметров твердых тканей и снижению его устойчивости к жевательным нагрузкам [57].

Для определения возможности восстановления разрушенного зуба врач должен провести тщательное обследование пациента [61,130].

При осмотре полости рта врачу необходимо оценить высоту оставшихся здоровых тканей пришеечного дентина – феррула (минимальная высота которого при применении культевых штифтовых вкладок должна быть не менее 2 мм, а при применении стекловолоконных штифтов не менее 3-4 мм, 360 градусов вокруг культи) [1,105,114,128]. Для оценки объема разрушения зуба В.А Миликевичем был разработан индекс. Индекс ИРОПЗ представляет собой отношение размеров площади кариозной полости или пломбы ко всей площади окклюзионной поверхности зуба. В таблице 1 представлена интерпретация показателей индекса.

Таблица 1. Показатели индекса ИРОПЗ

ИРОПЗ	Показания
0,2 – 0,4	пломбирование
> 0,4	изготовление вкладок
> 0,6	изготовление искусственных коронок
> 0,8	изготовление штифтовых конструкций

Также при осмотре полости рта следует оценить положение зуба в зубном ряду, высоту прикуса и высоту клинических коронок, направление окклюзионной нагрузки на восстанавливаемый зуб. После чего следует провести рентгенологическое обследования пациента, которое позволит оценить качество эндодонтического лечения, состояние перипапикальных тканей (с целью исключения воспалительных изменений костной ткани), оценить уровень резорбции альвеолярного гребня.

В таблице 2 приведены основные факторы, определяющие выбор метода восстановления или, в целом, возможность восстановления разрушенного зуба.

Таблица 2. Факторы, определяющие возможность восстановления разрушенной коронковой части зуба

Номер	Название фактора
1	Качество обтурации корневого канала
2	Состояние периапикальных тканей
3	Уровень резорбции альвеолярного гребня вокруг восстанавливаемого зуба
4	Высота клинической коронки зуба
5	Положение зуба в зубном ряду, направление окклюзионной нагрузки
6	Степень разрушения коронковой части зуба

Использование щадящих подходов при препарировании зубов также окажет благоприятное влияние на отдаленные результаты. В ходе препарированияс зуба необходимо придать такую форму культи, которая бы не препятствовала введению штифта в корневой канал, при этом стремясь максимально сохранить оставшиеся здоровые ткани зуба.

Важным фактором, определяющим успешный прогноз эндодонтического лечения и восстановления зуба в целом, является правильный выбор инструментов для обработки, дезинфекции и обтурации корневых каналов, а также качественная эндодонтическая подготовка, основанная на знании анатомии корневых каналов [100].

1.3 Анатомия корневого канала как проблема качественного эндодонтического лечения

Сложность анатомо-морфологических особенности строения корневых каналов послужила основой для создания классификации различных вариантов [155].

В 1925 году ученый из Швейцарии Hess. W впервые заметил, что чем более уплощен корень или чем овальнее его сечение, тем больше он предрасположен к наличию дополнительных каналов и сложному строению [111].

В 1969 году ученый Franklin S.Weine сделал попытку классифицировать корневые каналы, разделив их на четыре типа (Рисунок 1), спустя некоторое время добавив пятый [159].

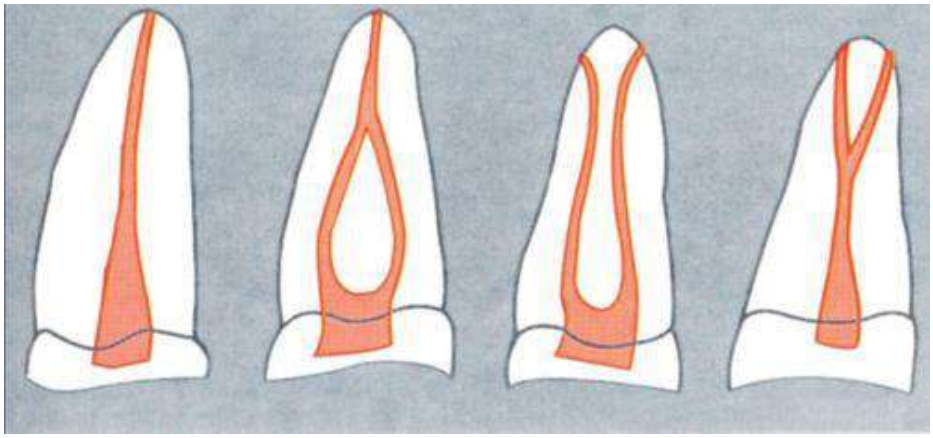


Рисунок 1. Классификация корневых каналов Franklin S. Weine

1 тип (1-1): одиночный канал проходит от устья до апекса.

2 тип (2-1): два канала начинаются от пульповой камеры и соединяются в один ближе к апексу.

3 тип (2-2): два канала проходят отдельно от устья к апексу.

4 тип (1-2): один канал начинается от пульповой камеры и делится на два канала по мере приближения к апексу.

Ученый Vertucci F.J. в 1984 году расширил классификацию корневых каналов до восьми типов (Рисунок 2) [156].

I тип – один корневой канал, продолжающийся до верхушки корня (чаще всего встречается у центральных верхних резцов).

II тип – два корневых канала, продолжающихся почти до верхушки корня, а вблизи ее сливающиеся в общий просвет и заканчиваются одним апикальным отверстием (2-1) (чаще всего имеют корневые системы нижних резцов и верхних премоляров).

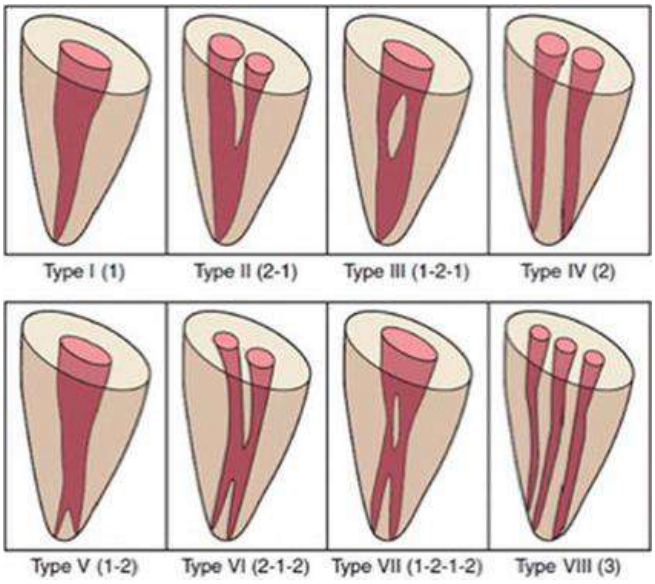


Рисунок 2. Классификация корневых каналов F.J Vertucci

III тип – один корневой канал, раздваивающийся на два независимых канала в нижней трети корня, а у апикальной части вновь объединяющийся и открывающийся общим апикальным отверстием. (1-2-1) (чаще у зубов боковых групп).

IV тип – два независимых корневых канала в одном корне, открывающиеся в области верхушки корня двумя независимыми апикальными отверстиями (чаще у нижних моляров, премоляров).

V тип – один канал в одном корне, разделяющийся на два независимых вблизи верхушки корня (1-2) (чаще отмечается в нижних премолярах).

VI тип – два канала, к середине корня соединяющиеся в один общий канал, а затем снова разделяющиеся на два и открывающиеся двумя апикальными отверстиями (2-1-2).

VII тип – один канал, сужающийся к середине корня и разделяющийся, как песочные часы, на два канала, которые объединяются в общий канал и непосредственно у апекса повторно разветвляются и открываются двумя апикальными отверстиями (1-2-1-2).

VIII тип – три независимых канала.

В дальнейшем с появлением компьютерных технологий появилась возможность в детальном изучении анатомии корневых каналов [56]. Первый компьютерный томограф, разработанный для стоматологии и челюстно-лицевой хирургии, был представлен в 1999 г. Вероне (Италия). За последующие годы конусно-лучевая компьютерная томография (КЛКТ) стала ценным инструментом в разных областях стоматологии эндодонтии, где она по сей день является основным методом оценки анатомии корневых каналов и качества их препарирования [44].

В течение последнего десятилетия ученые по всему миру изучали конфигурацию корневых каналов, расширяя и дополняя существующую классификацию Vertucci. В 2001 году Gulabivala и соавторы добавили еще 7 новых конфигураций (Рисунок 3): тип (3-1), тип (3-2), тип (2-1-2-1), тип (4-2), тип (5-4) [109].

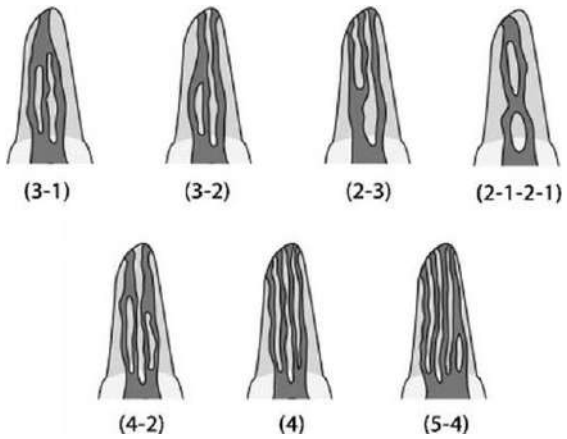


Рисунок 3. Классификация корневых каналов K.Gulabivala

В 2004 году S.Sert и G.S.Bayirli добавили 15 типов конфигураций корневых каналов (Рисунок 4) [145].

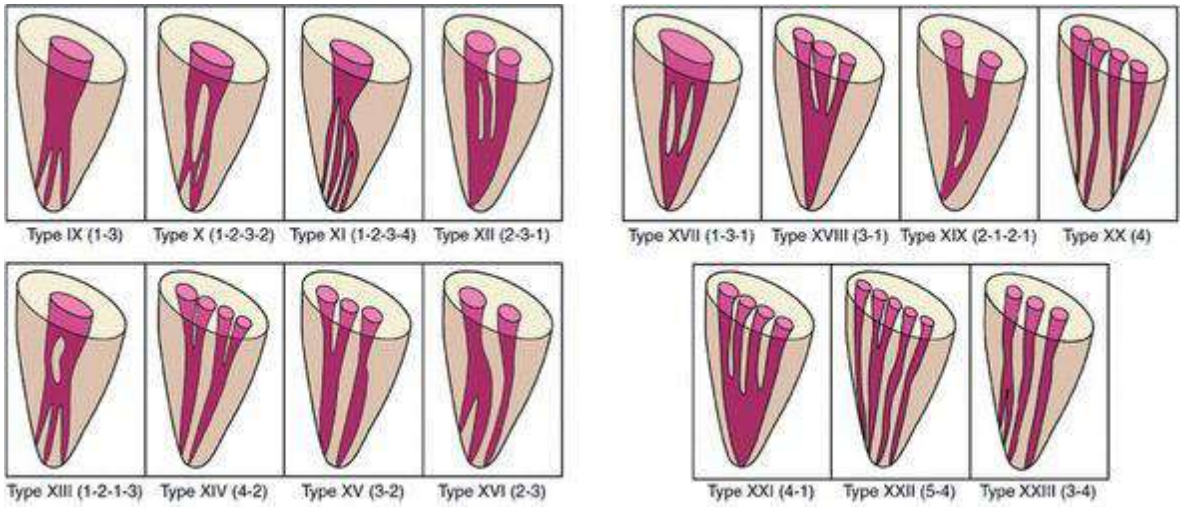


Рисунок 4. Классификация корневых каналов S. Sert and G.S. Bayirli

В 2008 году H.Peiris с соавторами в ходе исследования первых моляров нижней челюсти у населения Шри-Ланки обнаружил две дополнительных конфигурации каналов (Рис. 5): тип (1-2-3) и (3-1-2) [137].

В том же 2008 году Al-Qudah добавил еще 4 новых типа корневых каналов нижних моляров (Рисунок 5): тип XX (2-3-1), тип XXI (2-3-2), тип XXII (3-2-1) и тип XXIII (3-2-3) [80].

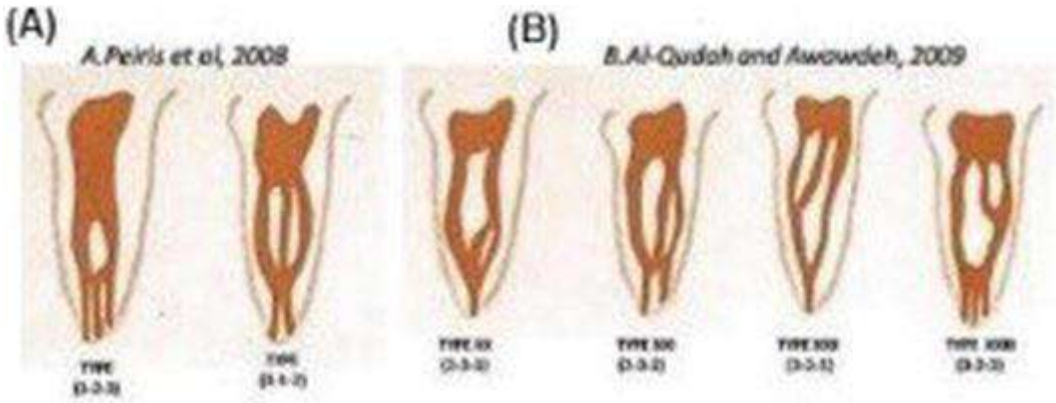


Рисунок 5. Классификация корневых каналовH. Peiris (A) and A.A. Al-Qudah (B)

В дополнении к изучению системы корневых каналов, многие авторы исследуют форму их поперечного сечения, которая напрямую зависит от формы корня зуба в мезио-дистальном направлении.

Современные авторы (Bergmans L., 2001; Bergenholtz G., 2010) классифицировали каналы по форме поперечного сечения следующим образом: круглые, овальные или неправильной (ленточной) формы, в форме щели, капли, в виде восьмерки, С-образная форма [86].

Овальная корональной части канала и округлая у апикального отверстия чаще всего встречается в резцах, премолярах нижней челюсти и дистальных корнях моляров нижней челюсти.

Щелевидная форма канала характерна для корней с двумя каналами, где каналы соединяются перешейками, и чаще наблюдается у верхних и нижних премоляров, резцов и клыков нижней челюсти, а также в мезиальных щечных корнях моляров верхней челюсти, дистальных корнях моляров нижней челюсти [148].

В 1979 году Cooke и Cox впервые описали С-образную форму корневого канала, чаще всего встречающуюся в премолярах и молярах верхней челюсти и на вторых молярах нижней челюсти 33-52% китайцев и 8% европейцев [113].

В 2000 году было выявил семь различных конфигураций форм корневых каналов на основании данных компьютерной томографии: круглая, полукруглая, неправильная, продолговатая, гантелевидная, овальная, треугольная [135]. Проведенное исследование продемонстрировало, что в независимости от группы зубов доминирует овальная конфигурация поперечного сечения канала, которая может меняться на протяжении длины корневого канала. Распространенность овальных или щелевидных корневых каналов составила 25 %, а у некоторых групп зубов этот показатель может достигать 50 %.

В 2010 году учеными DePablo O.V., Estevez R., PeixSanchez M., Heilborn C., Cohenca N. было установлено, что в корнях, имеющих более одного канала, всегда имеются перешейки между каналами (тонкая лентообразная перегородка между корневыми каналами, содержащая ткани пульпы) [99]. Они встречаются у

15% фронтальной группы зубов верхней челюсти, премоляров верхней челюсти 16% – в 1 мм от апекса, 52% – в 6 мм от апекса, у первых моляров в 42-54% случаев в средней трети – в 59-79% случаев и в апикальной трети – в 24% и 50% случаев.

Kim S. классифицировал корневые каналы по форме на 5 типов в зависимости от наличия перешейка (Рисунок 6) [115]:

- Тип I: неполный перешеек (слабое сообщение) между двумя каналами;
- Тип II: два канала с четким соединением между ними (полный перешеек);
- Тип III: короткий полный перешеек между каналами;
- Тип IV: полный или неполный перешеек между каналами;
- Тип V: два или три канала без видимого соединения между ними.

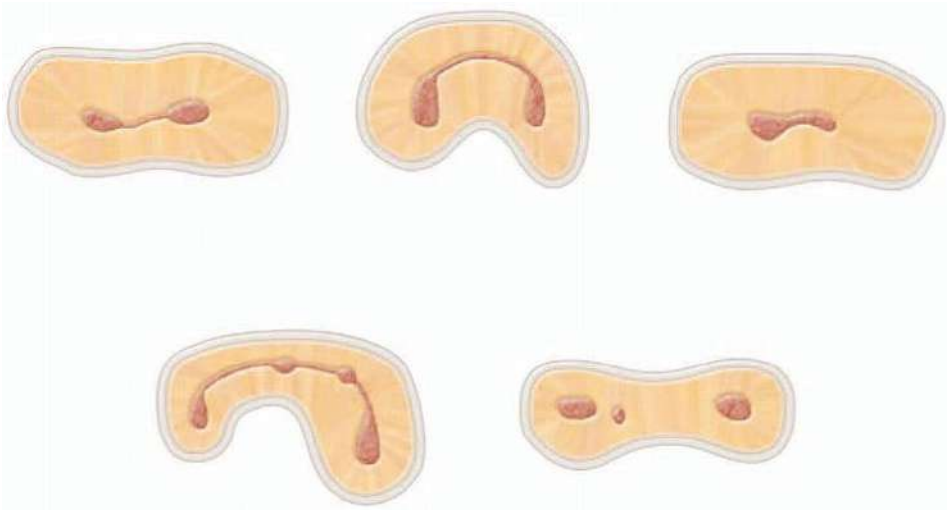


Рисунок 6. Классификация корневых каналов в зависимости от наличия перешейка (S. Kim)

Сложность анатомии и морфологии корневых каналов может усугубляться наличием боковых каналов и анастомозов, разветвлений апикальной части [84].

Ученый Vertucci F.J. в 1984 сообщил, что в передних зубах нижней челюсти почти в половине случаев и в нижних премолярах и молярах в 18-30% случаев имеются латеральные каналы. В верхних зубах в 27,4% случаев и в нижних молярах в 29,4% случаев наблюдаются также раздвоение общего канала.

Латеральные каналы могут находиться на любом уровне и в любых морфологических группах зубов [88]. Чаще всего латеральные каналы встречаются в апикальной трети (от 60% до 90% случаев), в средней трети корня (10-16% случаев) и реже всего в устьевой части. Могут заканчиваться слепо или сообщаться с периодонтом [108]. Учеными было установлено, что боковые ответвлениями в корневом канале создают благоприятные условия для персистирования инфекции и размножения микроорганизмов [94].

Существует также незначительная группа трудно классифицируемых анатомических особенностей корневых каналов, трудных для инструментальной обработки и дезинфекции: апикальная дельта (структура из небольших дополнительных каналов у апекса, которая выглядит как дельта реки), ласты, перешейки, ниши, петли [129].

Незнание анатомии корневых каналов является одной из наиболее частых причин некачественного эндодонтического лечения [84]. По данным Nair P.N. 2006 года ошибки эндодонтической подготовки возникали на каждом этапе [127]: 69,2% ошибки при формировании эндодонтического доступа, 62,1% ошибки при некачественном препарировании корневого канала, 54,1% ошибки при некачественной обтурации, 53,6% ошибки при образовании апикального уступа.

Таким образом, знание основной морфологии и возможных вариантов конфигурации корневых каналов является неотъемлемой частью проведения качественного эндодонтического лечения и играет важную роль в достижении долгосрочного результата [134].

1.4 Рентгенологическое обследование как метод оценки качества обтурации корневых каналов

Появление новых аппаратных и инструментальных методик позволяет не только совершенствовать каждый этап эндодонтического лечения, но и помогает в тщательной диагностике заболеваний пульпы и периодонта и постановке верного диагноза.

Сегодня наиболее точным методом оценки качества обтурации корневых каналов является рентгенологическая диагностика. Зачастую достоверность и информативность внутриротовой рентгенографии и ортопантомографии вызывает вопросы. Некоторые проекционные искажения и теневая картина анатомических деталей не всегда дает четкое представление о качестве пломбирования корневых каналов и состоянии периапикальных тканей [57].

В последнее время все чаще в стоматологической практике врачи отдают применяют конусно-лучевую компьютерную томографию, позволяющей более точно визуализировать картину исследуемой области, проанализировать анатомию и топографию корневых каналов зубов и оценить качество эндодонтического лечения на более высоком уровне [2,125].

Преимуществами данной методики являются [123]:

- возможность исследования в различных проекциях;
- четкое и раздельное изображение анатомических структур (возможность исследования анатомического строения корневых каналов, определения наличия дентиклей или инородных тел в корневом канале и другое);
- возможность проведения измерений;
- возможность определения близости расположения нижнечелюстного канала, верхнечелюстных синусов, резцового канала;

Оценке качества эндодонтического лечения зачастую вызывает сложности в связи с отсутствием объективных параметров интерпретации результатов. Для решения этой проблемы были предложены различные системы индексной оценки.

Одной из наиболее популярных и часто используемых является система PAI (Periapical-alveolar Index), разработанная D. Orstavik и соавторами в 1986 году [132]. Интерпретация показателей индекса приведены в таблице 3, где 1 и 2 – здоровый периодонт, 3-5 – больной периодонт.

Из недостатков данного метода можно выделить следующие: ограниченность исследования (фронтальная группа зубов верхней челюсти); небольшое количество критериев, по которым можно оценить апикальную деструкцию; анализ выполняется только для определения периапикальной патологии; качество эндодонтического лечения не оценивается.

Таблица 3. Индекс PAI

Индекс	Интерпретация
1	Интактная периапикальная костная ткань
2	Небольшие изменения в костной ткани
3	Изменения в костной ткани с потерей минеральной плотности
4	Периодонтит с четко определяемой зоной просветления
5	Тяжелый периодонтит с признаками осложнений

В 2008 году Estrela и соавторы разработали Индекс CBCT-PAI (периапикальный индекс на основании КЛКТ) [101].

Таблица 4. Индекс CBCT-PAI

Индекс	Интерпретация
0	Интактная перикапиллярная костная структура
1	Диаметр периапикального просветления 0,5-1 мм
2	Диаметр периапикального просветления 1-2 мм
3	Диаметр периапикального просветления 2-4 мм
4	Диаметр периапикального просветления 4-8 мм
5	Диаметр периапикального просветления > 8 мм
E	Увеличение периапикальной кортикальной костной ткани
D	Деструкция периапикальной кортикальной костной ткани

К недостаткам индекса CBCT-PAI можно отнести: отсстствие учета количество корней; анализ выполняется только для определения периапикальной патологии; качество эндодонтического лечения не оценивается.

В 2015 году T. Venskutonis с соавторами разработали шкалу периапикального и эндодонтического статуса PESS – (Periapicaland Endodontic Status Scale) [152]. Эффективность применения этой шкалы основывается на наличии разнообразных критериев, например, для оценки размера очага просветления, качества пломбирования корневого канала, локализации костной деструкции.

Шкала PESS, характеризующая периапикальный и эндодонтический статус включает следующие индексы [153]:

- COPI (Complex Periapical Index) – индекс, предназначенный для рентгенологического определения и классификации периапикальных поражений в костной ткани;
- ETTI (Endodontically Treated Tooth Index) – индекс, предназначенный для рентгенологической оценки качества эндодонтического лечения [154].

Интерпретация показателей индекса COPI (Complex Periapical Index) приведены в таблице 5, а индекса ETTI (Endodontically Treated Tooth Index) – в таблице 6.

Таблица 5. Индекс COPI (Complex Periapical Index)

Индекс	Интерпретация
Размер очага просветления (S)	
S0	Расширение периодонтальной щели не более, чем в 2 раза, чем ширина латеральной периодонтальной щели
S1	Диаметр маленького хорошо выраженного очага просветления до 3 мм
S2	Диаметр среднего хорошо выраженного очага просветления от 3 до 5 мм
S3	Диаметр большого хорошо выраженного очага просветления > 5 мм
Соотношение между корнем и очагом поражения (R)	
R0	Отсутствие просветления, расширение периодонтальной связки не более, чем в 2 раза, чем ширина латеральной периодонтальной связки
R1	Просветление в области одного корня
R2	Просветление в области более одного корня
R3	Просветление с вовлечением фуркации
Локализация костной деструкции (D)	
D0	Отсутствие просветления, расширение периодонтальной связки не более, чем в 2 раза, чем ширина латеральной периодонтальной связки
D1	Просветление вокруг корня
D2	Просветление в контакте с важными анатомическими структурами
D3	Деструкция кортикальной пластинки

Таблица 6. Индекс ETTI (Endodontically Treated Tooth Index)

Индекс	Интерпретация
Длина пломбирования корневого канала (L)	
L1	0-2 мм от рентгенологической верхушки
L2	> 2 мм от рентгенологической верхушки
L3	Выведение пломбировочного материала за верхушку корня
L4	Пломбировочный материал находится только в пульпарной камере
L5	Запломбированный корневой канал с помощью хирургических методов лечения
Гомогенность пломбировочного материала (H)	
H1	Плотная обтурация (гомогенный вид пломбировочного материала в корневых каналах)
H2	Неплотная обтурация (пустоты и пористый вид пломбировочного материала в корневых каналах)
Коронарная герметичность (CS)	
CS1	Адекватная (коронковая реставрация выглядит интактно на рентгенограмме)
CS2	Неадекватная (обнаружены рентгенологические признаки нависающих краев, открытых краев, вторичного кариеса или выпадение коронковой реставрации)

Продолжение таблицы .

Осложнения/ошибки (CF)	
CF0	Отсутствие ошибок
CF1	Перфорация корня
CF2	Нелеченный/пропущенный корневой канал
CF3	Резорбция корня
CF4	Перелом корня/зуба
CF5	Эндодонтически леченый корень с просветлением

На основании полученных шифров индексной оценки можно прогнозировать эффективность будущего эндодонтического лечения.

Интерпретация значения индекса COPI или ETTI (сумма цифровых значений индекса):

- до 3 – высокая эффективность эндодонтического лечения;
- от 4 до 6 – средняя эффективность эндодонтического лечения (возможное хирургическое вмешательство, выздоровление пациента зависит от общего состояния пациента);
- более 7 – прогнозируется низкая эффективность эндодонтического лечения (предпочтение отдается хирургическому вмешательству).

Таким образом, существующие методы оценки качества обтурации корневых каналов достаточно эффективны, однако работа по их совершенствованию продолжается и является важным направлением развития стоматологии. Современные научные исследования направлены на создание алгоритмов по совершенствованию и разработке нового программного обеспечения для конусно-лучевой компьютерной томографии, необходимого для детального изучения анатомии корневых каналов и подбора необходимых методик их обработки.

1.5 Современные методы восстановления разрушенных зубов

В современной стоматологии для восстановления разрушенных зубов применяют различные методики с использованием штифтовых и бесштифтовых конструкций [141]. В основе этих методик лежит две техники: прямой реставрации, выполняющейся непосредственно в полости рта и непрямой реставрации, подразумевающей наличие клинико-лабораторных этапов [20,71].

К бесштифтовым конструкциям, выполненным прямой техникой, относят реставрации из композитных материалов светового или двойного отверждения, которые также могут быть дополнительно армированы волоконной лентой [139]. К бесштифтовым конструкциям, выполненным непрямой техникой, можно отнести керамические вкладки и эндокоронки [d)]. В конце 20 века Andreas Bindl, Werner H. Mörmann (University of Zurich) была разработана концепция эндокоронок – цельнокерамических конструкций, фиксирующихся в полости зуба без погружения в корневые каналы [87]. Развитием концепции восстановления зуба эндокоронками занимались также Lander E., Dietschi D. [44] и Michel Fages и Bertrand Bennasar, признавшие преимущества керамических эндокоронок над композитами [102].

Объем сохраненных твердых тканей (индекс IROPS = 0,3-0,6.) определяет возможность применения бесштифтового способа [144].

Сегодня восстановление зуба с разрушенной коронковой частью проводится с использованием штифтовых конструкций [51,144].

Исходя из опыта и научных исследований последних десятилетий, можно заключить, что для надежного и длительного функционирования такой конструкции «идеальный» внутриканальный штифт должен обладать следующими свойствами [121]:

- максимально сохранять здоровые ткани зуба;
- обеспечивать максимальную ретенцию штифта в корневом канале (обладать антиротационными свойствами);

- модуль эластичности штифтов должен соответствовать модулю эластичности твердых тканей зуба;
- равномерно распределять окклюзионную нагрузку по всей длине корня зуба, не приводя к переломам;
- иметь хороший эстетический результат, удовлетворяющий пациента;
- не вызывать коррозию;
- быть биоинертным к окружающим зуб тканям;
- быть рентгеноконтрастным;
- быть удобным и простым в работе;
- легко удаляться из корневого канала.

Все существующие штифтовые конструкции можно классифицировать [48]:

1. По методу изготовления [49]:

   1.1 Стандартные (прямой метод) [104]: промышленно изготовленные стандартные штифты различных форм и размеров, изготовленные из различных материалов;

   1.2 Индивидуальные (непрямой метод).

2. По материалу [50,75]:

   2.1 Металлические штифтовые конструкции:

      2.1.1 Нержавеющая сталь.

      2.1.2 Латунь.

      2.1.3. КХС.

      2.1.4. НХС.

      2.1.5 Титан.

      2.1.6 Цирконий.

      2.1.7. Благородные сплавы (сплавы золота, серебра).

   2.2 Неметаллические штифтовые конструкции:

      2.2.1 Стекловолоконнные.

      2.2.2. Углеродоволоконные

В современной стоматологической практике наиболее популярными методиками реконструкции разрушенной коронковой части зуба являются восстановление с использованием стандартного стекловолоконного штифта или протезирования с использованием культевой штифтовой вкладки с последующим покрытием ее искусственной коронкой [10,14]. Также некоторое время назад были распространены стандартные металлические штифты. Популярность этих конструкций обусловлена их механической прочностью, простотой применения. Однако временные затраты и участие лаборатории, отличие механических свойств материала вкладок от дентина, приводящих к возникновению напряжений в корневом канале, а также большой процент перелома корней все еще делает этот метод несовершенным [82].

Стандартный металлический штифт представляет собой штифт различной формы (гладкий, цилиндрический, конический, цилиндроконический) устанавливаемый внутрь корневого канала активно (с резьбой, ввинчивающийся штифт) или пассивно (без резьбы, цементируемый) [d)].

Штифтовая культевая вкладка – ортопедическая конструкция, устанавливаемая в корневой канал, и состоящая из штифта и соединенной с ним искусственной культи, форма которой соответствует форме зуба отпрепарированного под коронку [c)].

Культевые штифтовые вкладки могут быть цельнолитыми или разборными [72]. Выбор конструкции зависит от параллельности корневых каналов [12].

Стандартные металлические штифты и культевые штифтовые вкладки обладают рядом преимуществ и недостатков.

Преимущества стандартных металлических штифтов:

- механическая прочность;
- простота применения (в одно посещение).

Преимущества индивидуальных металлических штифтов (литых культевых штифтовых вкладок) [59]:

- монолитность снижающая риск перелома штифтовой конструкции;
- индивидуальная моделировка штифта по форме корневого канала повышает устойчивость к нагрузкам;
- возможность коррекции угла наклона при протезировании мостовидным протезом.

Недостатки стандартных металлических штифтов и культевых штифтовых вкладок:

- большой объем препарирования тканей зуба (в случае применения культевых вкладок – для устранения сложностей при снятии оттиска и на этапе ее моделирования в зуботехнической лаборатории);
- низкая эстетика;
- высокий модуль эластичности (100-180 GПа200) способствует возникновению чрезмерного напряжения в корне зуба, увеличивающего риск продольного перелома корня;
- коррозия стандартных металлических штифтов приводит к развитию или обострению апикальных периодонтитов;
- сложность удаления металлического штифта из корневого канала и сокращение благоприятного прогноза для зуба в связи со значительным расширением канала для извлечения штифта;
- недостаточная точность изготовления вкладки (усадка воска, оттискного материала, гипса, дефектов литья и т.д) и недостаточное прилегание стандартных металлических штифтов к стенкам корневого канала;
- сложность и трудоемкость клинико-лабораторных этапов.

По данным научной литературы существуют различные разработки современных авторов по восстановлению зубов с использованием стандартных штифтов и культевых штифтовых вкладок. Немецкий ученый Newton Fahl предложил метод с использованием стандартного металлического штифта, входящего в систему «OptiPost», которая основывается на предварительной подготовке корневого канала с помощью «пилотного» бора, повторяющего

ступенчатую форму штифта, который фиксируется на СИЦ или композитный цемент [103].

Ивлев Ю.Н, Наймушина Н.В, Штофин С.Г предлагают внутриканальную штифтовую конструкцию из никель титана (ТН-10) с активной термомеханической культевой частью с боковыми углублениями (пазами) (патент РФ № 2380056) [23].

Меликян М.Л., Меликян Г.М., Меликян К.М. предложили штифт из металлической сетки, корневая часть которого представлена скрученными металлическими нитями сетки (патент РФ № 2252729). Штифт фиксируют с помощью стеклоиономерного цемента. Коронковая часть зуба формируется из композитного материала на выступающей части металлической сетки [40].

В 2020 году Матросов В.В запатентовал штифтовое устройство, в основе которого лежало изготовление литой культевой штифтовой вкладки непрямым методом с последующим непосредственным на нее нанесением керамического покрытия [39].

Развитие в мировой стоматологии компьютерных технологий привело к распространению методики компьютерного фрезерования и как следствие применения конструкций на основе диоксида циркония [70]. Они имеют более высокий эстетические параметры и обладают необходимой механической прочностью. Однако за счет высокого модуля упругости (более 200 ГПа) и концентрации напряжения преимущественно на вершине штифта также могут способствовать перелому корня [60].

Повышение эстетических требований и увеличение числа пациентов с аллергическими реакциями на сплавы металлов и гальваническими явлениями в полости рта изменила требования, предъявляемые к внутриканальным штифтам [4,60]. Кроме прочности большую роль стали уделять биосовместимости, эстетике, скорости восстановления, соединению со структурой зуба и материалом культи на микроуровне, светопроводимости, позволяющей использовать для фиксации светоотверждаемые или гибридные материалы [45,131].

Первой альтернативой металлическим штифтам стали карбоновые (углеродные, или углеволоконные) штифты (С-посты), состоящие из углеродных волокон, ориентированных параллельно друг другу и пропитанных эпоксидной смолой [149]. Низкая эстетика (черный цвет) и изменяющиеся прочностные характеристики углеродного волокна в результате сорбции воды, привели к их ограниченному применению среди врачей-стоматологов. На рынке стоматологической продукции сегодня представлены углеволоконные штифты «Carbonite» (Harald Nordin S. A.).

Развития стоматологии и материаловедения, совершенствование современных исследований в области адгезивных технологий и композитных материалов привело к изобретению стекловолоконных штифтов, впервые представленных в 1990 году [68,69]. Стандартный стекловолоконный штифт состоит из 65-75% однонаправленных стекловолокон (кварцевых, стеклянных, кремниевых) в диаметре от 7 до 20 мкм, расположенных в 35-45% матрицы из наполненных или ненаполненных смол (эпоксидные смолы или метакрилаты (BisGMA, UDMA, TEGDMA) [161].

Технология применения стекловолоконных штифтов хорошо зарекомендовала себя как методика, позволяющая восстанавливать зубы в одно посещение [157].

Высокие оптические характеристики, прозрачность, проводящая свет полимеризационной лампы, отсутствие коррозии и как следствие стабильный эстетический результат, - все эти характеристики позволили им легко занять свое место в повседневной клинической практике [15]. Однако основным преимуществом этих видов штифтов стал близкий к дентину модуль упругости, позволяющий распределять нагрузку по всей длине корня [97,117].

Ряд авторов полагает, что стекловолоконные штифты, зафиксированные согласно адгезивному протоколу, способны функционировать, как гомогенный комплекс, представленный штифтом, фиксирующим материалом и дентином [138]. Созданный моноблок является оптимальным вариантом для дальнейшего функционирования полученной конструкции, так как позволяет добиться

оптимального перераспределения нагрузок между всеми элементами системы [19].

В 2007 году Tay F. и Pashley D. предложили классификацию моноблоков, основанную на количестве границ соединения (Рисунок 7).

Преимущества и недостатки стекловолоконных штифтов представлены в таблице 7 [64].

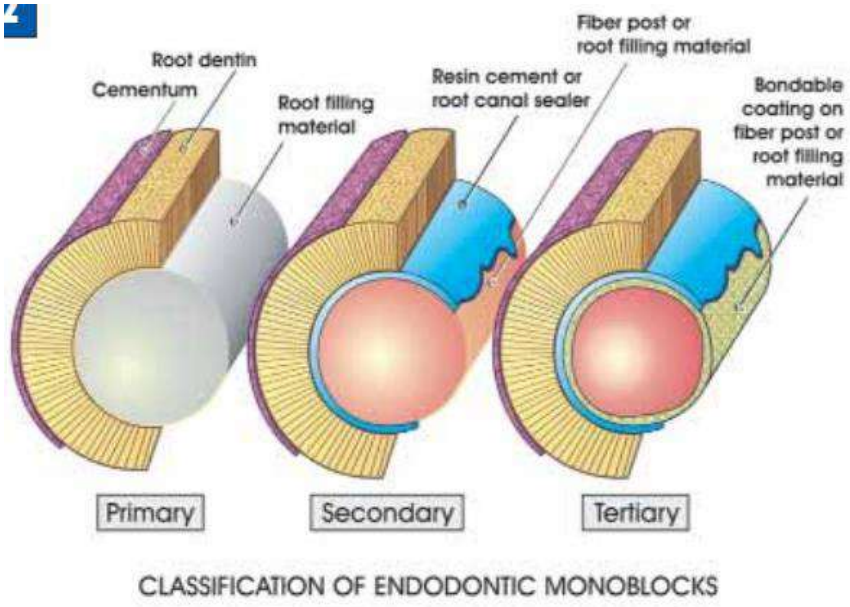


Рисунок 7. Виды моноблоков (2007)

Сегодня на рынке есть большой выбор различных стекловолоконных штифтов (RelyxFiberPost (3M ESPE), Glassix (HaraldNordin S.A.), LuxaPost (DMG)), отличающихся друг от друга особенностями структуры, формой, размерами, технологией производства [21]. Эти различия отчасти определяют различную степень их устойчивости к нагрузке.

Таблица 7. Преимущества и недостатки стекловолоконных штифтов

Преимущества	Недостатки
1) Модуль эластичности СВШ близок к модулю эластичности дентина, что снижает риск перелома корня [22]	1) Стандартная форма штифта и несоответствие форме корневого канала ограничивает область применения штифтов в зубах с широкими каналами, каналами с выраженной конусностью [161]
2) Адгезивное соединения с дентином, создавая единый комплекс, позволяет равномерно распределить жевательную нагрузку [69,143]	2) Невозможность применения в случае большого объема разрушения коронковой части
3) Высокие показатели флуоресценции и прозрачности обуславливают высокую эстетику	3) Полимеризационная усадка композитных цементов [91]
4) Одноэтапность использования	

Также разнообразие линейки стандартных штифтов дополняют стандартные стекловолоконные штифты, покрытые композитным материалом Luscentanchor (Dentatus, Sweden) и FibreKorPost (Pentron) и система стекловолоконных штифтов everStick POST (StickTech), состоящая из неполимеризованных основного и нескольких дополнительных индивидуальных штифтов, способных адаптироваться к форме корневого канала перед полимеризацией.

В 2001 году Boudrias P. предложил двухконусные стекловолоконные штифты, характеризующиеся разными типами конусности в апикальной и средней трети [91]. Mauricio Watanabe предложил использование пучка тонких и гибких отдельных штифтов диаметром 0,3 мм (Rebilda Post GT, VOCO) [158].

В 2007 году в работе Maceri F. описана методика применения основного и дополнительных тонких стекловолоконных штифтов, основывающаяся на принципе работы с гуттаперчивыми штифтами [120].

В 2016 году Aslan T. и соавторы предложили использование стекловолоконных штифтов, имеющих в поперечном сечении овальную форму, и

изучили устойчивость зубов восстановленных таким видом штифтов к нагрузкам [81].

В 2018 году Dal Piva и Tribst в своем исследовании изучили механические преимущества перебазировки стекловолоконных штифтов, используя композитный материала для адаптации СВШ под конфигурацию корневого канала [98].

Среди запатентованных вариантов использования стекловолоконных штифтов в РФ можно выделить тонкий двусторонний цилиндрический штифт, предложенный Ермиловым Д.А. [16], а также метод создания культевой штифтовой вкладки из стекловолокна и композитного цемента вне полости рта, преложенный Полонейчик Н.М. и Крушининой Т.В [53].

В настоящее время проблема выбора эластичных стекловолоконных штифтов с учетом особенностей разрушения твердых тканей девитальных зубов остается актуальной. Дальнейшее изучение биомеханики в системе «эластичный штифт-корень зуба» с применением экспериментальных методов поможет разработать новые методики восстановления коронковой части зубов [60].

1.6 Современный протокол работы со стекловолоконными штифтами

Современный протокол фиксации стекловолоконных штифтов включает следующие этапы:

1) Подготовка поверхности стекловолоконного штифта включает пескоструйную обработку для придания шероховатости и обезжиривание 98% раствором этилового спирта, ацетоном или «Ангидрином». Также можно нанести силан. Некоторые штифты, имеющиеся на стоматологическом рынке, уже имеют на своей поверхности шероховатость и не требуют специальной обработки перед фиксацией (например, Relyx Fiber post (3MESPE), DT Light Post SL (Bisco)) [73].
2) Внесение протравочного геля (37% ортофосфорная кислота) в корневой канал на 15 секунд.
3) Промывание, высушивание канала воздухом и бумажными штифтами.
4) Внесение в корневой канал адгезива.
5) Высушивание, фотополимеризация в течение 10 секунд.
6) Нанесение адгезива на штифт.
7) Внесение в корневой канал композитного цемента двойного отверждения.
8) Установка стекловолоконного штифта.
9) Удаление излишков цемента.
10) Фотополимеризация (40 секунд) [106].

Более подробный протокол работы со стекловолоконными штифтами и методика выполнения каждого этапа представлены ниже.

Перед началом лечения необходимо тщательно проанализировать данные КЛКТ, на основании которых возможно оценить длину и диаметр корневого канала, направление наклона корня зуба, наличие сужений или изгибов корневых каналов, оценить качество пломбирования и состояния периапикальных тканей. В результате детального анализа полученной информации продумать безопасное направление для распломбировки корневого канала с целью предупреждения

перфораций корня. В случае отсутствия периапикальных изменений и качественного пломбирования корневого канала можно приступать к его дальнейшей подготовке.

Расширение корневого канала и формирование пространства для штифта в корне зуба осуществляется с помощью набора специальных дрилей-разверток, соответствующих диаметру стекловолоконных штифтов [42]. Сразу после расширения корневого канала следует наложить коффердам для повышения эффективности адгезии, предотвращения микроподтеканий, надежной изоляции от слюны и снижения вероятности попадания микроорганизмов [46]. Далее следует примерка стекловолоконного штифта внутри канала (для проверки степени соответствия глубины погружения штифта), очищение и высушивание этиловым спиртом или ацетоном и поэтапное покрытие штифта силаном и адгезивом [77].

Силанизация – известный способ обработки поверхности с целью повышения (стимуляции) адгезии. Силан представляет собой метакрилоксипропил триметоксисиланом (MPS), растворенный в водно-спиртовом растворе с pH 4-5, и является гибридным соединением, способным одновременно связать органические и неорганический матрикс [107]. На стоматологическом рынке существуют формы выпуска силанов, представленные одним флаконом (гидролизованный силан), а также формы выпуска силанов, представленные двумя флаконами (при смешивании содержимого которых происходит гидролиз). Таким образом, силанизация поверхности стекловолоконных штифтов приводит к возникновению адгезивного соединения между кремниевыми радикалами силана и кремниевыми радикалами стекловолокна и органическими радикалами силана и полимерным слоем цемента [126]. Также существуют силанизированные штифты (напр. FibraPost (PD, Швейцария), которые не требуют силанизации. Перед фиксацией их достаточно погрузить в спиртовый раствор для очистки поверхности. В случае, когда поверхность штифта не силанизирована в заводских условиях, штифт покрывают силаном непосредственно перед фиксацией [6]. В ходе исследования Бобровская

А.С. установила, что предварительная обработка стекловолоконных штифтов химическими препаратами (или пероксидом водорода), способствующими растворению полимерного матрикса, и силанизация повышают адгезию между цементом и штифтом.

Также важным этапом при фиксации стекловолоконного штифта является выбор цемента [6,133]. Фиксация штифта производится на композитный или гибридный цементы двойного отверждения (Calibra (Dentsply), MultiCore Flow(Ivoclar), RelyX Unicem-2 Clicker (3M Espe), Variolink (Ivoclar)) как требующие классического тотального травления, так и самопротравливающие [37]. Механизм двойного отверждения позволяет обеспечить полноценную полимеризацию в глубине корневого канала, в случае затрудненного проникновения света полимеризационной лампы [116]. Если в качестве цементного материала использовался самоадгезивный (самопротравливающий) цемент нанесение силана и адгезива не требуется [89].

При проведении восстановления культевой части зуба следует добиваться гомогенного заполнения полости зуба цементом [35]. Цемент необходимо вводить в корневой канал начиная с апикального конца до пришеечного доступа с помощью тонкого инъекционного наконечника (насадки), что препятствует возникновению воздушных пузырьков, пор и пустот и обеспечивает равномерное распределение материала внутри корневого канала. После чего в корневой канал вводят стекловолоконный штифт и проводят фотополимеризацию со щечной и язычной или небной поверхностей, а также прямо над штифтом, так, чтобы свет попадал в самые глубокие части ложа для штифта. Далее продолжают формирование культи зуба из материала цемента или пакуемого композита [7,47]. К сожалению, правильно проведенный протокол подготовки корневого канала и фиксации стекловолоконного штифта не гарантирует длительную эксплуатацию полученной конструкции. Основным и самым серьезным недостатком применения такого вида конструкций является хрупкость штифта, а также неточность соответствия штифта форме корневого канала.

1.7 Ошибки и осложнения при восстановлении разрушенных зубов штифтовыми конструкциями

Сегодня при разрушении коронковой части зуба наиболее часто применяются методы восстановления с использованием стандартного стекловолоконного штифта или протезирования с использованием литой культевой штифтовой вкладки [18]. Применяемые методы и конструкции позволяют добиться хороших результатов, однако частота имеющихся осложнений все еще остается достаточно высокой [43].

Выбирая ту или иную конструкцию, в каждом индивидуальном клиническом случае врачи ориентируются на степень разрушения зуба и возможность сохранения оставшихся твердых тканей [58,136]. Несоблюдение правил применения штифтовых конструкций приводит к возникновению ошибок и осложнений [105]. Наиболее распространенные ошибки и осложнения схематично представлены на рисунке 8.

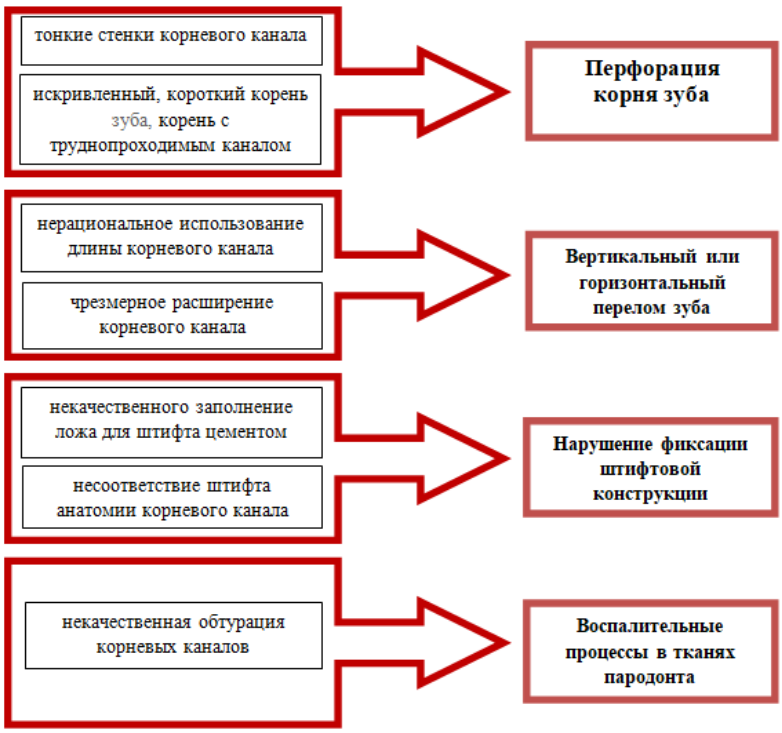


Рисунок 8. Ошибки и осложнения, возникающие при восстановлении зубов штифтовыми конструкциями

Одним из самых распространенных осложнений является перфорация корня зуба, возникающая в результате отклонения направления эндодонтического инструмента от оси корневого канала [66]. Чаще такие осложнения возникают в искривленных, труднопроходимых каналах при затрудненном доступе к корневому каналу или при чрезмерном давлении на инструмент [28]. Перфорация корня чаще приводит к развитию острого периодонтита [95]. Исходом некачественного эндодонтического лечения может быть обострение хронического процесса [25]. Более отдаленными осложнениями являются также трещины и переломы корня [36], возникающие в результате повышенного давления штифта большого диаметра на истонченные стенки корня зуба [29].

Другой категорией ошибок на клиническом приеме, приводящих к дальнейшим осложнениям, являются ошибки, связанные с несоблюдением протокола фиксации [110]:

- ошибки на этапе подготовки корневого канала или штифтовой конструкции к фиксации;
- ошибки при замешивании фиксирующего цемента (густая/ жидкая консистенция, воздушные поры), рекомендуется применение идущих в комплекте смесителей;
- неполное введение штифта в корневой канал;
- несоблюдение адгезивного протокола.

Также к отдаленным осложнениям можно отнести нарушение фиксации штифтовой конструкции (расцементировка), возникающее вследствие несоблюдения протокола фиксации, а также усадки, неточностей и дефектов при изготовлении штифтов в зуботехнической лаборатории [65].

Проведенные клинические наблюдения демонстрируют, что 30% до 83,5% врачей-стоматологов сталкиваются с осложнениями после восстановления зубов штифтовыми конструкциями [76]. Нарушение фиксации штифта встречается в 3,3-4,9% случаев [5], перелом корня зуба – 2,2-8,3%, обострение хронического апикального периодонтита – 1,64-1,7%, рецессия десны – 4,92%, перфорация

корневого канала в 2-12% случаях [78]. В 2011 году ходе исследования Шарин А.Н. заключил, что 43% зубов, восстановленных штифтовыми конструкциями, через 10-14 лет приходится удалять [17].

Таким образом, анализ научной литературы демонстрирует, что в современной стоматологии не существует однозначных данных о наиболее эффективном методе для восстановления разрушенных зубов. Несмотря на огромное разнообразие материалов, способных так или иначе удовлетворить клинические потребности, количество осложнений все еще остается большим. Различие взглядов на существующие методики являются предметом споров и дискуссий, что приводит к постоянному совершенствованию этой области стоматологии. Очевидно, что одним из актуальных вопросов современной стоматологии является необходимость усовершенствования оптимальных методов, применимых для восстановления разрушенных зубов, предложение наиболее эффективных вариантов, вызывающих наименьшее количество осложнений и разработка практических рекомендаций для достижения наилучших результатов.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Дизайн исследования

Исследование проведено в 5 этапов, дизайн представлен на рисунке 9.

Рисунок 9. Дизайн исследования

На первом этапе исследования проведен анализ научной медицинской литературы, посвященной исследованию и применению стекловолоконных штифтов, оценено состояние проблемы восстановления разрушенных зубов и подтверждена актуальность темы исследования.

На втором этапе выполнено статистическое исследование. Статистические методы позволили изучить и проанализировать распространенность применения стекловолоконных штифтов и культевых штифтовых вкладок среди врачей-стоматологов.

На третьем этапе проведено лабораторно-экспериментальное исследование методом сжатия при сдвиге в вертикальном направлении, а также проведен сравнительный анализ физико-механических свойств стекловолоконного штифта с конусным каркасом и стандартного стекловолоконного штифта.

На четвертом этапе проведено электронно-микроскопическое исследование шлифов зубов, предварительно восстановленных с помощью исследуемых штифтовых конструкций. Проведенное исследование позволило проанализировать качество обтурации корневого канала после применения разработанной нами методики с использованием стекловолоконного каркаса, в сравнении с традиционным методом применения стандартного стекловолоконного штифта.

На пятом этапе разработаны практические рекомендации по применению предложенной нами модификации, а также представлены особенности работы с предложенной методикой.

В завершении работы сформулированы выводы и даны практические рекомендации. В ходе настоящего исследования предложено и экспериментально обосновано применения стекловолоконных штифтов с конусным стекловолоконным каркасом.

2.2 Статистическое исследование

Статистическое исследование проводилось с целью определения популярности методики применения стекловолоконных штифтов и культевых штифтовых вкладок у пациентов с разрушенной коронковой частью.

В ходе исследования проводился сбор первичных статистических данных с помощью проведения анкетирования врачей-стоматологов, а также с помощью изучения медицинских карт стоматологических пациентов, обратившихся в 2019-2022 г.г. в терапевтическое и ортопедическое отделение СПб ГБУ «Стоматологическая поликлиника №12» с жалобами на разрушение коронковой части зуба.

Анкетирование врачей-стоматологов проводился с помощью опроса, размещенного в интернете (платформа Google Forms).

Информация об анкетировании распространялась среди врачей-стоматологов «Стоматологическая поликлиника №12», а также в профессиональных сообществах врачей-стоматологов в социальных сетях.

Анкетирование включало в себя 8 вопросов с предложенными вариантами ответов, с возможностью указать только один вариант ответа, кроме вопроса о месте работы, где врачи могли выбрать несколько вариантов, если они совмещают работу в частной клинике и государственной клинике. Анкетирование проводилось анонимно.

Анкета включала в себя следующие вопросы с вариантами ответов:

1. Ваша основная специальность:
   - Терапевтическая стоматология.
   - Ортопедическая стоматология.
   - Стоматология общей практики.

2. Ваш стаж работы по основной специальности:

- До 5 лет
- 5-10 лет
- Более 10 лет

3. В каком учреждении Вы работаете?

- Государственная поликлиника.
- Частная клиника.
- Частная практика (арендованный кабинет).

4. Какая ситуация наиболее вам близка при восстановлении зубов с разрушенной коронковой частью:

- Я врач-стоматолог-терапевт, **не применяю** в своей практике **СВШ**, направляю к стоматологу – ортопеду для восстановления разрушенного зуба культевой штифтовой вкладкой и коронкой.
- Я врач-стоматолог-терапевт, **применяю СВШ** для полного восстановления коронковой части зуба.
- Я врач-стоматолог-терапевт, **применяю СВШ** для частичного восстановления коронковой части зуба в форме культи с последующим протезирование искусственной коронкой.
- Я врач-стоматолог-ортопед **применяю** в своей практике **только культевые штифтовые вкладки**, не применяю СВШ.
- Я врач-стоматолог-ортопед применяю в своей практике **только СВШ** с последующим протезирование искусственной коронкой.
- Я врач-стоматолог-ортопед применяю в своей практике **как культевые штифтовые вкладки, так и** СВШ с последующим протезирование искусственной коронкой.

5. Какому типу конструкций для восстановления разрушенных зубов вы отдаете свое предпочтение как наиболее доступному и простому в применении?

- Культевые штифтовые вкладки.
- Стекловолоконные штифты (СВШ).
- Применяю оба варианта.

6. Почему вы не применяете стекловолоконные штифты (СВШ) в своей стоматологической практике (если не применяете)?

- Недостаточное материально-техническое оснащение рабочего места
- Не удовлетворяют отдаленные результаты после применения СВШ
- Применяю СВШ (ко мне не относится)

7. Исходя из вашего опыта, наиболее частые осложнения, встретившиеся в вашей практике, были связаны с:

- Культевыми штифтовыми вкладками (перелом корня, расцементировка вкладки, перелом штифта).
- Стекловолоконными штифтами (поломка стекловолоконного штифта).
- Оба варианта встречаются с одинаковой частотой.

8. Если бы у вас была всего одна возможность для восстановления коронковой части зуба, какой тип конструкции вы бы выбрали?

- Культевые штифтовые вкладки.
- Стекловолоконные штифты (СВШ).

Полученные в ходе анкетирования ответы автоматически были обработаны программой на платформе Google Forms и представлены в виде круговых диаграмм. Также был проведен анализ ответов каждого отдельного участника.

После сбора статистических данных проводился их анализ с использованием статистических методов – описательной (дескриптивной) статистики и индуктивной (аналитической) статистики (статистический вывод).

Описательная статистика (descriptive statistics) – это раздел статистики, необходимый для систематизации (группировки, классификации) первичных данных в удобную форму (таблицы (частотные таблицы, таблицы сопряженности), графики, диаграммы) с целью их последующей обработки и интерпретации. Благодаря методам описательной статистики возможно в максимально простой и грамотной форме (графической, табличной, числовой и др.) проанализировать данные изучаемых объектов, что позволяет оптимизировать выборку и получить более точные результаты эксперимента.

Аналитическая (индуктивная) статистика – это раздел статистики, позволяющий строить прогнозы и делать выводы обо всей генеральной совокупности, основываясь на данных, полученных в ходе применения описательной статистики.

Полученные статистические данные были сведены в таблицы и диаграммы, для точной оценки и статистической обработки которых была использована статистическая программа STATA.

2.3 Специальные методы исследования

Специальные методы включают: лабораторно-экспериментальное исследование и электронно-микроскопическое исследование.

2.3.1 Подготовка объектов исследования

Объектами данного исследования являлись удаленные однокорневые зубы (группа резцы, премоляры). Для каждой группы исследования было подготовлено по 5 образцов (всего 30 образцов). Средняя длина всех образцов составила 1,5-1,8 см.

Для унификации условий и повышения чистоты опыта корневые каналы удаленных зубов были одинаково подготовлены. Для подготовки образцов зубов использовался набор, состоящий из стекловолоконных штифтов цилиндро - конической формы (S2-125/17, ООО «ФОРМА»), имеющий штифты длиной 17 мм и диаметром 1,4 мм, и калибровочной развертки соответствующего диаметра ДК-1.44-8.40 (ООО «ФОРМА») (Рисунок 10).

Рисунок 10. Набор стандартных стекловолоконных штифтов и калибровочных разверток

В ходе подготовки была проведена эндодонтическая подготовка корневых каналов удаленных зубов с использованием калибровочных развертокодного диаметра, соответствующего диаметру штифту. Корневые каналы были промыты и просушены.

Перед фиксацией стекловолоконного штифта в корневой канал образцы делились на две группы.

В первой группе стандартные стекловолоконные штифты были установлены в корневой канал с использованием гибридного цемента двойного отверждения «Компофикс» согласно протоколу фиксации (Рисунок 11, 12).

Во второй группе проводилась фиксация стекловолоконных штифтов с конусным стекловолоконным каркасом с использованием гибридного цемента двойного отверждения «Компофикс» согласно протоколу фиксации (Рисунок 12).

Рисунок 11. Набор композитного цемента двойного отверждения «Компофикс»

(а)

(б)

Рисунок 12. Образцы зубов с установленными в них стандартными стекловолоконными штифтами (а) и образцы зубов с установленными в них стекловолоконными штифтами с конусными каркасами (б)

В качестве стекловолоконного каркаса была использована стандартная стекловолоконная лента специального высокомодульного плетения «Армосплинт» (90.0/ширина 2.0/толщина 0.25 мм; АО «ОЭЗ «ВладМиВа»), поверхность которой предварительно силанизирована. Основа ленты – стекловолоконные нити, оплетенные полиэфирными микроволокнами.

Стекловолоконная лента была подобрана по длине распломбированной части корневого канала и пропитана жидкостью для смачивания из комплекта «Армосплинт» согласна протоколу ее использования (Рисунок 13). Для ускорения затвердевания цемента проводилось светоотверждение согласно протоколу (на каждом этапе по 20 секунд).

(а)

(б)

Рисунок 13. Комплект «Армосплинт», включающий стекловолоконную ленту (а) и жидкость для смачивания (б).

Всего было изготовлено 30 образцов и зафиксировано 30 стекловолоконных штифтов (15 образцов, с установленным в них стандартным стекловолоконным штифтом и 15 образцов, с установленным в них стекловолоконным штифтом с конусным стекловолоконным каркасом).

2.3.2 Лабораторно-экспериментальное исследование

Испытание проводили на кафедре «Инновационных технологий композитных наноматериалов» СПбГУ (Санкт-Петербург) с применением универсальной испытательной машины «ShimadzuAG-Xplus» (Рисунок 14), предназначенной для исследования физико-механических свойств материалов [62].

Рисунок 14. Универсальная испытательная машина «Shimadzu AG-Xplus»

Для точного позиционирования образцов в испытательной машине и качественно-количественного их исследования были проведены специальные подготовительные этапы.

Образцы предварительно были поделены на 2 группы (по 5 образцов в каждой группе):

1 группа: образцы зубов с установленными в них стандартными стекловолоконными штифтами.

2 группа: образцы зубов с установленными в них стекловолоконными штифтами с конусным стекловолоконным каркасом.

После чего залиты и зафиксированы в оболочку из метилметакрилата в стандартные цилиндрические формы из полипропилена диаметром 25 мм (Рисунок 15).

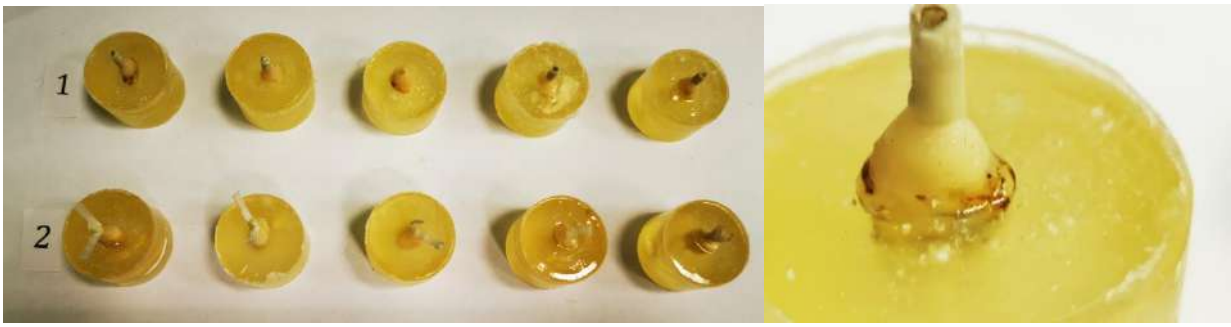


Рисунок 15. Образцы зубов 1-й и 2-й группы, зафиксированные в метилметакрилатной оболочке

Для точной заливки образца в форму и позиционирования штифта перпендикулярно плоскости предметного стола испытательной машины был использован Штангенрейсмас (ГОСТ 164-90). Предварительно он был переоборудован. К рамке Штангенрейсмаса с помощью двух уголков-опорных площадок фиксировался пластмассовый шприц, закрепленный вдоль оси штанги. Выступающая часть штифта образца была установлена внутрь центрирующего отверстия шприца параллельно штанге Штангенрейсмаса (Рисунок 16).

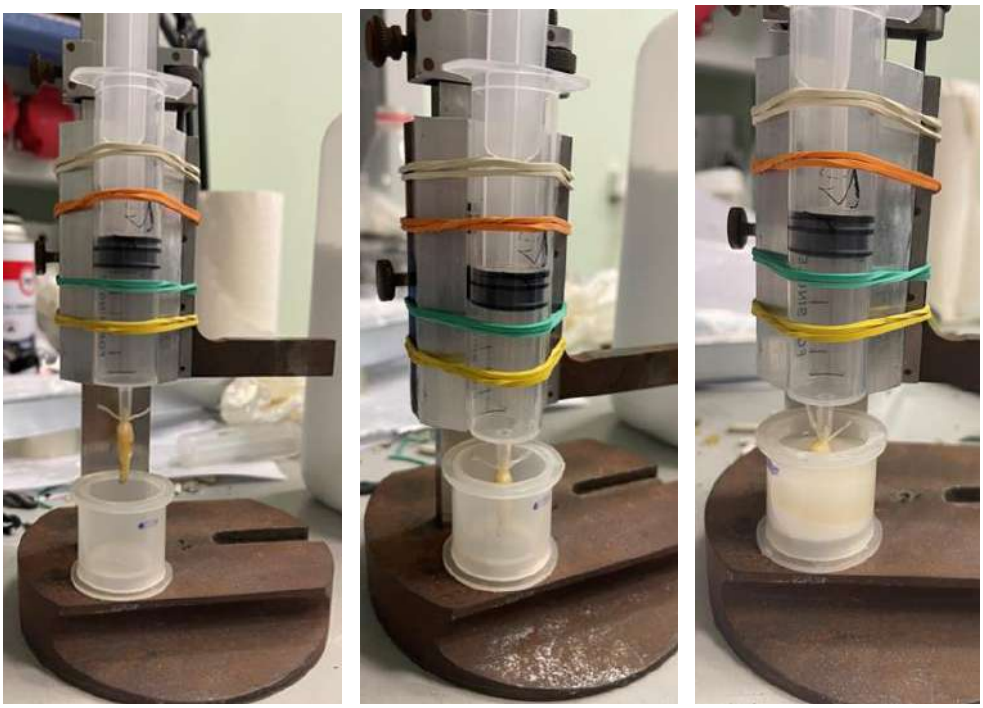


Рисунок 16. Штангенрейсмас (ГОСТ 164-90), переоборудованный для точной заливки образцов

Для испытания данной конструкции также были спроектирована и индивидуально изготовлена оснастка (комплект деталей, предназначенный для установки заготовок на станках и в испытательных машинах для проведения данного исследования), включающий конусную деталь (держатель индентора) и вольфрамовый штифт (индентор - диаметром 1,6 мм и длиной 10 мм) (Рисунок 17).

(а)

(б)

Рисунок 17. Индивидуально изготовленная оснастка, включающая конусную деталь (а) и вольфрамовый штифт (б)

Для получения точного исследования на сдвиг образцы были предварительно размечены с помощью штангенциркуля (ГОСТ 166-89) (Рисунок 18) на длину штифта, установлены и зажаты в дисковой алмазной пиле «IzoMet 1000» в специальном держателе (Рисунок 19) и распилены (за вычетом 1 мм, длина штифта составила 16 мм) (Рисунок 20).

Рисунок 18. Штангенциркуль (ГОСТ 166-89)

Рисунок 19. Дисковая алмазная пила «IzoMet 1000»

Рисунок 20. Образцы после распила

Через индивидуально разработанную оснастку (конусная деталь и вольфрамовый штифт) давление испытательной машины передавалось на стекловолоконный штифт, установленный в корневом канале зуба (Рисунок 21).

Превращение нагрузки на образцы происходило с 0 Н, постепенно возрастая до момента начала разрушения штифта внутри корневого канала.

Было испытано всего 10 образцов: 2 группы по 5 образцов. Полученные цифровые значения максимальной силы, при которой происходило разрушение материала и максимального напряжения – предела прочности (пороговая величина механического напряжения, при превышении которой тело разрушается) фиксировались детекторами испытательной машины и записывались в программе обработке данных «TrapeziumX» в виде динамических графиков.

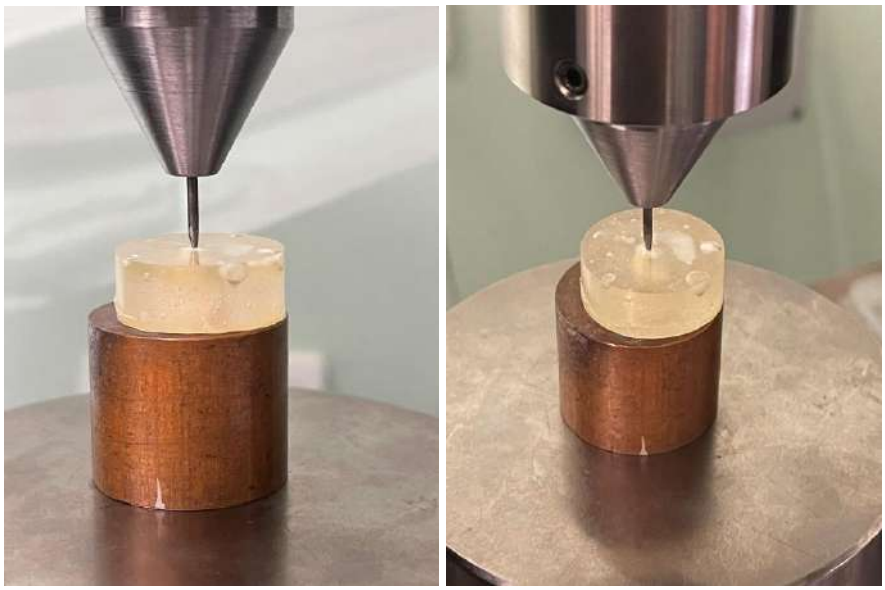


Рисунок 21. Процесс давления испытательной машины на стекловолоконный штифт, установленный внутри корневого канала зуба

Динамические графики представлены диаграммами деформирования – графическими изображениями, где по оси X – напряжение (или приложенная нагрузка, МПа), а по оси Y – деформация материала (%). Приложение нагрузки к испытываемому образцу вызывало появление деформации.

Испытательная машина автоматически рассчитывала напряжение (σ) как отношение внешней силы (P, H) к площади поперечного сечения образца (A, мм^2) по формуле:

$$\sigma = \frac{P}{A},$$

и деформацию (ε)по формуле:

$$\varepsilon = \frac{l - l_0}{l_0},$$

где l – длина исследуемого образца после деформации,

l_0 – начальная длина исследуемого образца [11].

Площадь поперечного сечения образцов составила 1,539 мм^2.Погрешность метода составила 2%.

2.3.3 Электронно-микроскопическое исследование

Микроскопия образцов проводилась в междисциплинарном ресурсном центре по направлению «Нанотехнологии» (МРЦ-НТ) СПбГУ (Санкт-Петербург) с использованием сканирующего электронного микроскопа – «Zeiss Merlin» с расширенными и аналитическими возможностями (Рисунок 22) [160].

Рисунок 22. Сканирующий электронный микроскоп «ZeissMerlin»

Работа сканирующего электронного микроскопа основывается на следующем принципе: электронная пушка микроскопа (источник электронов) генерирует электронный пучок (электронный зонд), который направляется на анализируемый образец и фокусируется электронно-магнитными линзами. Взаимодействие электронного зонда и исследуемого образца приводит к возникновению вторичной эмиссии, генерирующей вторичные электроны,

которые улавливаются специальными датчиками – детекторами (SE). Изменение силы сигнала приводит к изменению яркости свечения экрана и формированию изображения изучаемой поверхности. Результат сканирования поверхности объекта отображается на экране и представляет собой карту рельефа проанализированной зоны [9].

Некоторую сложность при СЭМ (сканирующей электронной микроскопии) представляют диэлектрические материалы. При попадания электронного пучка на поверхность такого материла происходит аккумуляция электронов (эффект зарядки). В результате на поверхности образца появляются заряженные области, изменяющие вторичную электронную эмиссию и приводящие к серьезным искажениям изображения. Токопроводящее покрытие помогает избавиться от этого эффекта [151].

Аналитические возможности микроскопа «Zeiss Merlin» расширены благодаря наличию систем рентгеновского микроанализа и дифракции обратно-рассеянных электронов (EBSD). Такое дополнительное оснащение позволяет кроме энерго-дисперсионного также проводить рентгеноспектральный анализ образцов, отражающий их элементный состав. Микроскоп также укомплектован (оснащен) моторизованным пятиосевым (Klein MK5) столом, шлюзом для оперативной смены образцов и системой локальной компенсации избыточного заряда электронов на поверхности образца.

Дифракция обратно-рассеянных электронов (англ. Electron Back Scatter Diffraction (EBSD)) позволяет определить кристаллографические ориентации в монокристаллических и поликристаллических структурах, выявить различные фазовые изменения вещества, визуализировать и собрать статистику о межзеренных границах, микродеформациях и внутренних напряжениях в кристалле.

Сигнал EBSD от дифрагированных на атомных плоскостях электронов формируется на глубине 10-30 нм, что накладывает высокие требования на качество поверхности исследуемого объекта. Наиболее универсальным методом подготовки поверхности, подходящим для широкого спектра образцов, является

комбинация последовательно-итерационной механической и финальной химико-механической полировки. Автоматизация и высокая прецизионность современного оборудования позволяют добиться необходимого качества поверхности и его воспроизводимости за минимальное время, и не использовать при этом дополнительной электрохимической, химической или ионной финальной полировки [150].

Объектами данного исследования являлись удаленные однокорневые зубы (группа резцы, премоляры), которые были предварительно подготовлены. Описание подготовки в главе 2.2.1 «Подготовка объектов исследования». Также проводилась электронная микроскопия образцов после проведенного лабораторно-экспериментального исследования на сдвиг (Рисунок 23) для отслеживания изменений, произошедших внутри корневого канала после приложенной нагрузки на сдвиг.

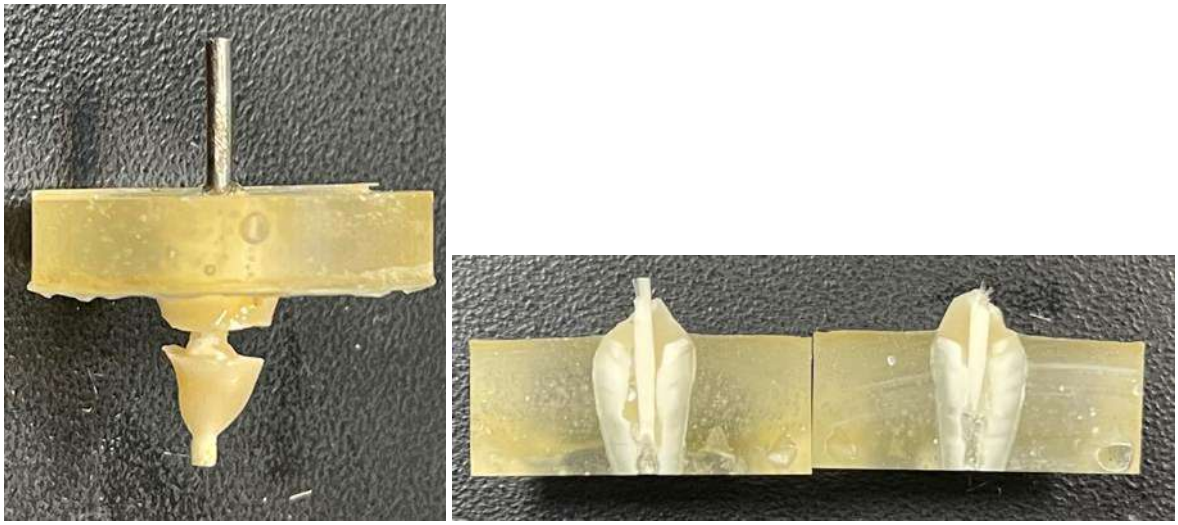


Рисунок 23. Образцы после проведенных испытаний на сдвиг

Исследуемые образцы были поделены на 6 групп:

1 группа: продольный срез зуба с установленным стандартным стекловолоконным штифтом (3 образца).

2 группа: продольный срез зуба с установленным стекловолоконным штифтом с конусным стекловолоконным каркасом (3 образца).

3 группа: поперечный срез зуба с установленным стандартным стекловолоконным штифтом (2 образца).

4 группа: поперечный срез зуба с установленным стекловолоконным штифтом с конусным стекловолоконным каркасом (2 образца).

5 группа: продольный срез зуба с установленным стандартным стекловолоконным штифтом после проведенного испытания на сдвиг (5 образцов).

6 группа продольный срез зуба с установленным стекловолоконным штифтом с конусным стекловолоконным каркасом после проведенного испытания на сдвиг (5 образцов).

Пробоподготовка образцов проводилась в несколько этапов.

Первый этап представлял собой фиксацию в полимерных смолах – заливку, предназначенную для обеспечения нужной ориентации образца и предотвращения его разрушения при механических воздействиях. Исследуемые образцы были залиты смолой «CEMUltra-light» в стандартную форму – шайбу, диаметром 25 мм.

Для повышения качества заливных шайб их приготовление осуществлялось в специальном вакуумном импрегнаторе **«StruersCitoVac»** (Рисунок 24) – системе вакуумной заливки образцов, подходящей для холодной заливки пористых и композиционных материалов, электронных компонентов, минералов, керамики и материалов с тонкими покрытиями [147].

Рисунок 24. Вакуумный импрегнатор «Struers Cito Vac»

Такая установка позволила получить максимальное растекание и распределение состава по микротрещинам и микропорам образца, а также избавиться от пузырьков газа в объеме шайбы, что, в конечном счёте, значительно облегчило весь процесс полировки и повысило воспроизводимость результатов.

Далее образцы были распилены продольно в дисковой алмазной пиле «Struers Minitom» (Рисунок 25).

Рисунок 25. Дисковая алмазная пила «Struers Minitom»

После распиливания исследуемых образцов на их поверхности оставались шероховатости и неровности. Для выравнивания поверхности и дополнительной фиксации всех элементов образца перед полировкой проводился повторный этап заливки с использованием вакуумного импрегнаторе **«StruersCitoVac**», однако другой смолой «StruersSpecifix 40».

Далее на **шлифовально-полировальном станке «Struers Tegra Pol»** (Рисунок 26) поэтапно проводилась шлифовка и полировка поверхности образцов, начиная с дисков с большой зернистостью, постепенно уменьшая размер зерна (#320 – grainsize – 46 μ, #800 – 22 μ, #1200 – 15 μ, #4000 – 5 μ) и заканчивая полировальным диском (искусственный шелк – 3 μ «MDDAC»).

Рисунок 26. Шлифовально-полировальный станок «Struers Tegra Pol»

Основной задачей процессов шлифовки являлась планаризация образца с последующим удалением слоя поврежденного или деформированного материала. Важно отметить, что на каждом этапе необходимо избегать введения новых деформаций, ухудшающих достигнутое на предыдущем этапе качество образца [93].

Для получения качественного контраста при сканирующей электронной микроскопии и подавления диэлектрических свойств образцов перед микроскопическим исследованием была выполнен следующий этап пробоподготовки. В установке «GatanModel 682, Precisionetchingcoatingsystem» токопроводящий слой создавался катодным распылением углерода толщиной около 10 нм (Рисунок 27). Слой углерода позволяет избежать влияния поверхностных зарядов (приводящих к искажению изображения) и не влияет на результат [151].

Рисунок 27. Универсальная система для подготовки образцов «GatanPECSModel 682» (Precision etching coating system)

После пробоподготовки изучаемые образцы при помощи углеродного скотча фиксировали к стандартной металлической шайбе, размещаемой на предметном столике (Рисунок 28). Исследование поверхности образцов проводили при увеличении x40-x7000 (возможное увеличение 12× -2000000×).

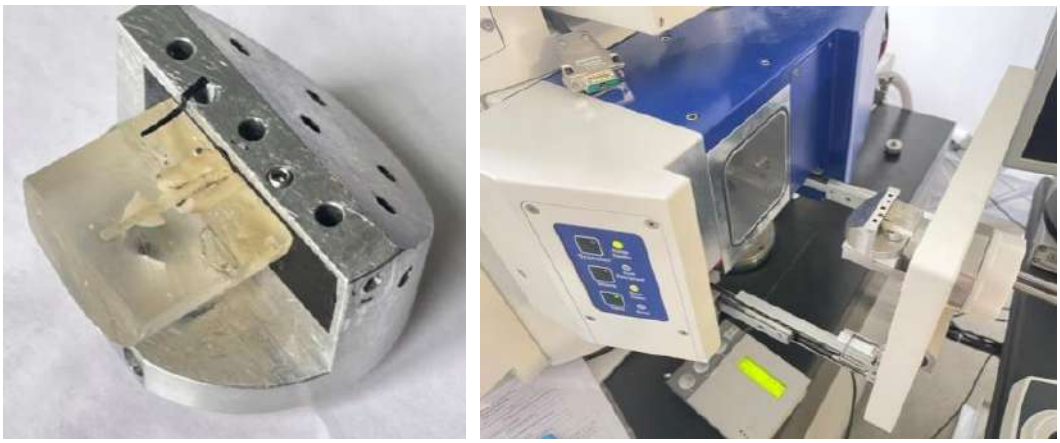


Рисунок 28. Процесс фиксации образца к стандартной металлической шайбе при помощи углеродного скотча (слева) и его размещение на предметном столике микроскопа (справа)

С помощью программного обеспечения «SmartSEM®» полученная информация о свойствах поверхности образца выводилась на экран компьютера. Таким образом, глава посвящена описанию методов и материалов, использованных в данном исследовании:

- статистические методы были основаны на анкетировании врачей-стоматологов и анализе данных медицинской документации пациентов ортопедического и терапевтического отделения в СПб ГБУ «Стоматологическая поликлиника №12» за 2019-2022 годы.
- специальные методы были основаны на лабораторно-экспериментальном и электронно-микроскопическом исследовании образцов зубов с установленным в них стандартным стекловолоконным штифтом и стекловолоконным штифтом с конусным стекловолоконным каркасом.

ГЛАВА 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

3.1 Результаты статистического исследования

Статистические исследование было проведено для анализа данных, полученных в ходе анкетирования и изучения медицинской документации, а также получения содержательных и обоснованных выводов об их структуре и зависимостях [55].

В ходе анкетирования, проведенного на платформе Google Forms (Рисунок 29), были получены ответы от 193 врачей-стоматологов.

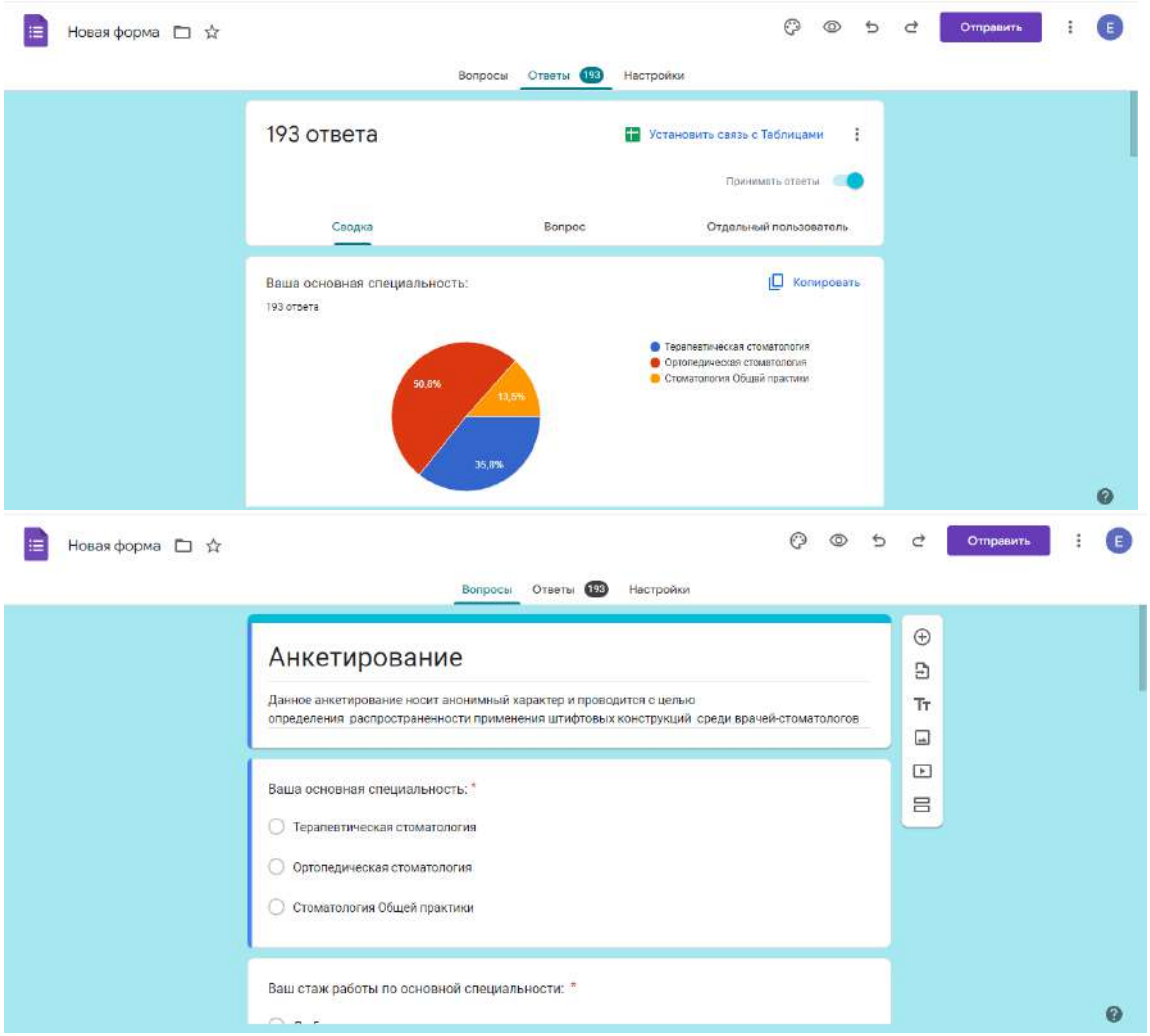


Рисунок 29. Интерфейс анкетирования на платформе Google Forms

Для обобщения и представления полученных данных были составлены частотные таблицы, необходимые для распределения данных по различным значениям и определяющие частоту возникновения того или иного явления.

Для подготовки частотных таблиц необходимо упорядочить полученные данные и выполнить их классификацию (распределение по классам или категориям) и табулирование (упорядочивание по строкам и столбцам).

Частотные распределения могут быть одномерными (распределение одной переменной) и двумерными (распределение двух переменных), на основании которых строятся одномерные и двумерные частотные таблицы.

В нашем исследовании по результатам проведенного анкетирования составлены одномерные и двумерные частотные таблицы. Поля таблиц – категориальные переменные (переменные нечисловой природы), в нашем случае – вопросы анкетирования и ответы респондентов.

Переменная – некая изменяющаяся (варьирующаяся) величина, которую можно измерить или проконтролировать.

Распределение ответов на вопросы анкетирования отображено в одномерных частотных таблицах и диаграммах.

В анкетировании приняли участие врачи-стоматологи – ортопеды (50,8% – 98 человек), врачи-стоматологи-терапевты (35,8% – 69 человек) и врачи стоматологи общей практики (13,5% – 26 человек) (Рисунок 30, Таблица 8).

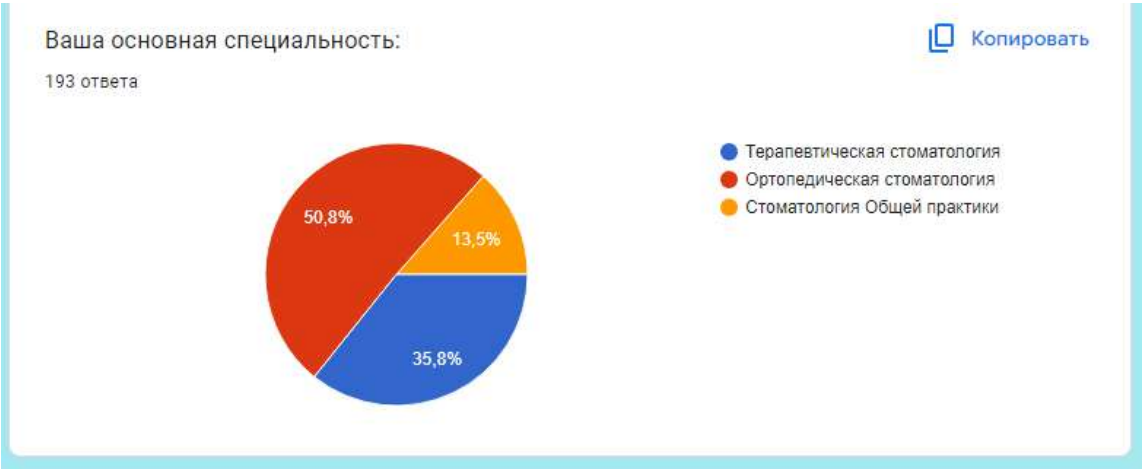


Рисунок 30. Распределение ответов по вопросу 1

Таблица 8. Распределение ответов по вопросу 1

Ваша основная специальность	Число ответивших	Процент
Ортопедическая стоматология	98	50.78
Стоматология Общей практики	26	13.47
Терапевтическая стоматология	69	35.75
Итого	193	100.00

Стаж работы по специальности распределился следующим образом: более 10 лет – 37,8%, 5-10 лет – 34,7%, до 5 лет – 27,5%. (Рисунок 31, Таблица 9)

Рисунок 31. Распределение ответов по вопросу 2

Таблица 9. Распределение ответов по вопросу 2

Ваш стаж работы по основной специальности	Число ответивших	Процент
До 5 лет	53	27.46
5-10 лет	67	34.72
Более 10 лет	73	37.82
Итого	193	100.00

60,6% опрошенных работают в государственных поликлиниках, 39,4% – в частных клиниках. Ни один из опрошенных не имеет частную практику и не арендует кабинет (Рисунок 32, Таблица 10).

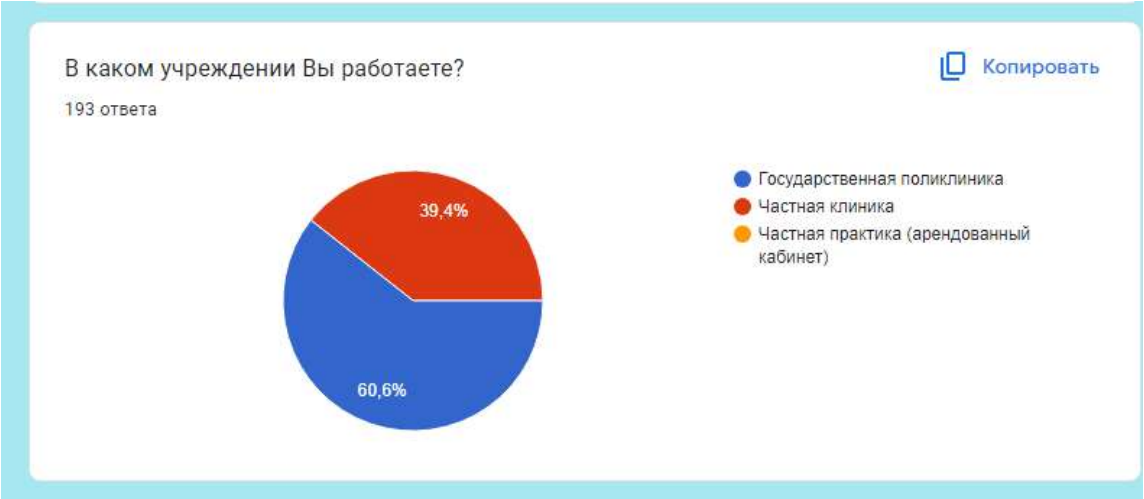


Рисунок 32. Распределение ответов по вопросу 3

Таблица 10. Распределение ответов по вопросу 2

В каком учреждении Вы работаете?	Число ответивших	Процент
Государственная поликлиника	117	60.62
Частная клиника	76	39.38
Частная практика (арендованный кабинет)	0	0
Итого	193	100.00

В ответе на вопрос о наиболее близкой ситуации для опрашиваемых врачей, возникающей при восстановлении разрушенной коронковой части зуба мнения врачей разделились следующим образом (Рисунок 33, Таблица 11):

– 29 % врачей-стоматологов-ортопедов (56 человек) применяют в своей практике как культевые штифтовые вкладки, так и СВШ с последующим протезирование искусственной коронкой;

– 19,2% врачей-стоматологов-ортопедов применяют в своей практике только культевые штифтовые вкладки, не применяю СВШ;
– 2,6% врачей-стоматологов-ортопедов применяют в своей практике только СВШ с последующим протезирование искусственной коронкой;
– 23,3% врачей-стоматологов-терапевтов применяют СВШ для частичного восстановления коронковой части зуба в форме культи с последующим протезирование искусственной коронкой;
– 20,2% врачей-стоматологов-терапевтов не применяю в своей практике СВШ, направляю к стоматологу-ортопеду для восстановления разрушенного зуба культевой штифтовой вкладкой и коронкой;
– 5,7% врачей-стоматологов-терапевтов применяю СВШ для полного восстановления коронковой части зуба.

Врачи-стоматологи общей практики отмечали свои ответы как врачи-стоматологи-терапевты.

Рисунок 33. Распределение ответов по вопросу 4

Таблица 11. Распределение ответов по вопросу 4

Какая ситуация наиболее вам близка при восстановлении зубов с разрушенной коронковой частью (вопрос 4)	Число ответивших	Процент
Применяю СВШ для частичного восстановления коронковой части зуба в форме культи с последующим протезирование искусственной коронкой	45	23.32
Применяю СВШ для полного восстановления коронковой части зуба	11	5.70
Применяю в своей практике **как культевые штифтовые вкладки, так и** СВШ	56	29.02
Применяю в своей практике **только СВШ**	5	2.59
Применяю в своей практике **только культевые штифтовые вкладки**	76	39.38
Итого	193	100.00

В ответе на вопрос о наиболее доступном и простом в применении методе 48,2% респондентов отметили культевые штифтовые вкладки, 23,3% отдали предпочтение стекловолоконным штифтам и 28,5% врачей отметили, что применяют оба метода и считают достаточно их достаточно удобными (Рисунок 34, Таблица 12).

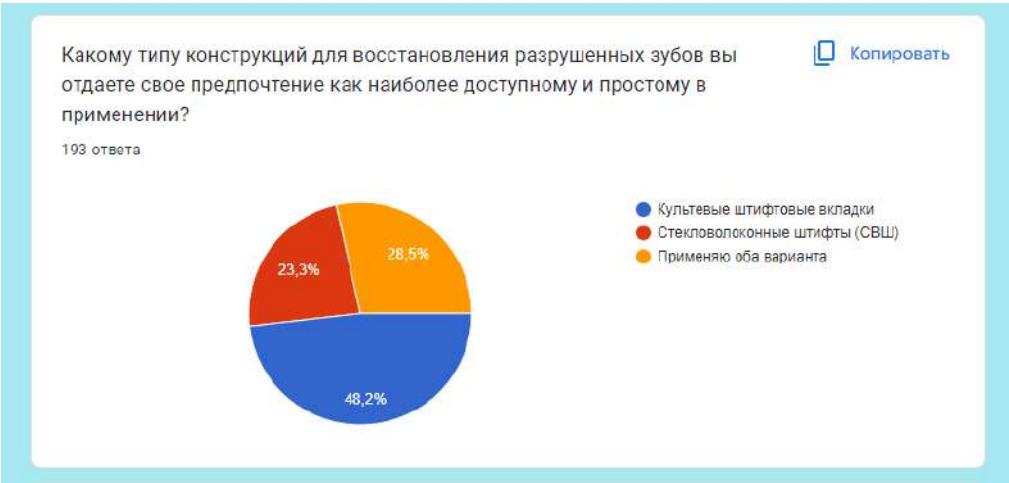


Рисунок 34. Распределение ответов по вопросу 5

Таблица 12. Распределение ответов по вопросу 5

Какому типу конструкций для восстановления разрушенных зубов вы отдаете свое предпочтение как наиболее доступному и простому в применении?	Число ответивших	Процент
Культевые штифтовые вкладки	93	48.19
Применяю оба варианта	55	28.50
Стекловолоконные штифты (СВШ)	45	23.32
Итого	193	100.00

Среди причин отказа от применения стекловолоконных штифтов 35,8% врачей-стоматологов отметили неудовлетворяющие их отдаленные результаты после применения стекловолоконных штифтов, 9,8% указали на недостаточность материально-технического оснащения рабочего места. Ответы 54,4% врачей, применяющих стекловолоконные штифты в данном вопросе, можно не учитывать Рисунок 35, Таблица 13).

Рисунок 35. Распределение ответов по вопросу 6

Таблица 13. Распределение ответов по вопросу 6

Почему вы не применяете стекловолоконные штифты (СВШ) в своей стоматологической практике? (если не применяете)	Число ответивших	Процент
Недостаточное материально-техническое оснащение рабочего места	19	9.84
Не удовлетворяют отдаленные результаты	69	35.75
Применяю СВШ (ко мне не относится)	105	54.40
Итого	193	100.00

Наиболее частые осложнения, встретившиеся в практике опрашиваемых врачей, были связаны в 49,7% случаев со стекловолоконными штифтами, в 16.6% случаев с культевыми штифтовыми вкладками. 33,7% опрошенных отметили, что оба варианта, по их мнению, встречаются с одинаковой частотой (Рисунок 36, Таблица 14).

Рисунок 36. Распределение ответов по вопросу 7

Таблица 14. Распределение ответов по вопросу 7

Исходя из вашего опыта, наиболее частые осложнения, встретившиеся в вашей практике, были связаны с:	Число ответивших	Процент
Культевыми штифтовыми вкладками	32	16.58
Оба варианта встречаются с одинаковой частотой	65.	33.68
Стекловолоконными штифтами	96	49.74
Итого	193	100.00

На вопрос о выборе лишь одного наиболее приоритетного метода для восстановления зуба 69,4% указали на культевые штифтовые вкладки, 30,6% – на стекловолоконные штифты (Рисунок 37, Таблица 15).

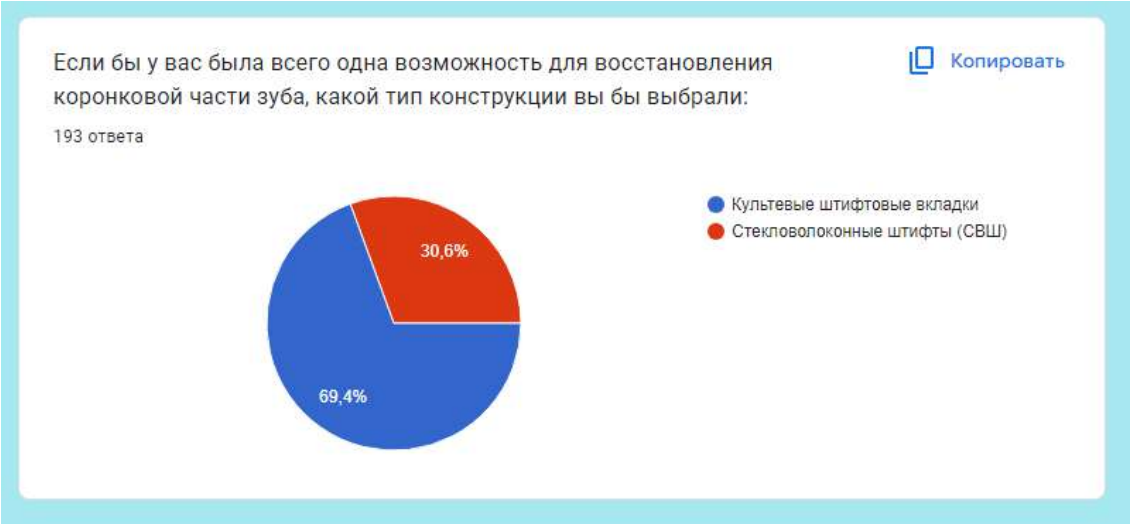


Рисунок 37. Распределение ответов по вопросу 8.

Таблица 15. Распределение ответов по вопросу 8.

Если бы у вас была всего одна возможность для восстановления коронковой части зуба, какой тип конструкции вы бы выбрали:	Число ответивших	Процент
Культевыми штифтовыми вкладками (напр.	134	69.43
Стекловолоконными штифтами (СВШ)	59	30.57
Итого	193	100.00

Для наиболее точной оценки выбора метода восстановления, который предпочитают современные стоматологи, был проведен детальный анализ ответов каждого участника анкетирования. Респонденты были поделены на группы по специальности, опыту и месту работы.

В ответах врачей-ортопедов со стажем >10 лет, работающих как в государственной поликлинике, так и в частной клинике, можно проследить четкую приверженность к выбору культевых вкладок и как наиболее комфортному для них способу и как методу с наименьшим, по их мнению, количеством осложнений. Ни один из участников, выбравший культевые вкладки, не отметил наличие у них осложнений, при этом выделив осложнения стекловолоконных штифтов, что говорит об их убежденности в выборе культевых вкладок, а те осложнения, которые существуют, они считают незначительными.

Врачи-стоматологи-ортопеды со стажем работы 5-10 лет и <5 лет, работающие как в государственной поликлинике так и в частной клинике, применяют и то и другое и выбрали и стекловолоконные штифты и вкладки. Также они считают, что в доступности и простоте применения СВШ не уступают вкладкам, то есть удобно применять оба варианта. Осложнения, по мнению этой группы врачей-ортопедов, также больше встречаются у стекловолоконных штифтов. Однако некоторый процент (%) отвечающих этой группы отметил, что осложнения встречаются у обеих конструкций.

Врачи-стоматологи общей практики в большинстве своем врачи со стажем 5-10 лет или <5 лет, являются приверженцами СВШ. Наиболее часто осложнения, по их мнению, связаны с культевыми штифтовыми вкладками. Врачи-стоматологи общей практики выбирают СВШ как для частичного, так и для полного восстановления зуба с последующим восстановлением коронкой.

В ответах врачей-стоматологов-терапевтов не прослеживается взаимосвязь ни с их стажем, ни с местом работы. В своей практике они используют СВШ как для полного восстановления зуба, так и для частичного восстановления с последующим протезированием искусственной коронкой. Также в основном

врачи-терапевты, использующие СВШ ответили, что в качестве наиболее удобного и простого способа для восстановления зуба применяют оба варианта.

Однако среди врачей-стоматологов-терапевтов, работающих как в государственной, так и в частной структуре, есть также те, кто не использует в своей практике СВШ и является приверженцем культевых вкладок, отмечая неудовлетворенность отдаленными результатами или недостаточностью материально-технического оснащения (в меньшем проценте).

Для определения наличия зависимости между специальностью, стажем, местом работы и ответами респондентов были построены двумерные частотные таблицы, связанные с двумя переменными (таблицы сопряженности).

Таблицы сопряженности (перекрестные таблицы, кросс таблицы) – таблицы совместного распределения двух переменных (измеренные в любой шкале), необходимые для установления связи между этими переменными (как одна переменная соотносится с другой переменной) [52].

Простейшим инструментом анализа таблиц сопряженности и исследования взаимосвязи между двумя переменными (есть ли статистически значимая зависимость между переменными и насколько она сильна) являются коэффициенты корреляции – меры оценки статистической взаимосвязи (тесноты или силы связи) между переменными.

Фи-коэффициент, коэффициент Фишера (Phi coefficient, φ) – коэффициент, применяемые для измерения силы взаимосвязи переменных в таблицах 2x2. Тест Фишера более точно работает с небольшими выборками [52].

Коэффициент сопряженности Пирсона (contingency coefficient) – коэффициент, применяемые для измерения силы взаимосвязи переменных в таблицах сопряженности любого размера. Значения коэффициента Пирсона находится в пределах от нуля до единицы (но всегда меньше единицы). Чем ближе значения коэффициента к единице, тем более зависимы признаки. Недостатком коэффициента сопряженности Пирсона является зависимость его максимального значения от размера таблицы [74].

В нашем исследовании мы используем коэффициент Крамера, так как он лишен недостатков коэффициента Пирсона и коэффициента Фишера, которые могут давать сбой в построенных нами таблицах, где итоговые частоты по строке и по столбцу сильно отличаются, то есть таблицы ассиметричны.

V-коэффициент Крамера (Cramer's-V) – критерий, позволяющий определить тесноту связи между переменными [74]. Коэффициент основан на критерии Хи-квадрата и может быть использован в таблицах сопряженности любого размера (отсутствие связи – коэффициент равно нулю; полная связь – коэффициент равен 1).

Критерий Хи-квадрат – статистический тест, позволяющий проверить гипотезу о зависимости двух переменных друг от друга, существует ли статистически значимая ассоциация между ними [52].

Статистическая ассоциация – любая статистическая связь или зависимость между двумя или более переменными, при которой изменение одной переменной сопровождается изменениями других переменных [52].

Критерий χ^2 (хи квадрат) сравнивает эмпирические (фактические) и теоретические (ожидаемые) частоты, а также показывает, насколько фактические данные выборки отклоняются от теоретических результатов, которые предположил исследователь, то есть насколько случайно или неслучайно распределение по ячейкам. χ^2 критерий Хи-квадрат рассчитывается по формуле [52,74]:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{q}\sum_{j=1}^{m}\frac{\left(n_{ij}-n\frac{\mu_i v_j}{n\ n}\right)^2}{n\frac{\mu_i v_j}{n\ n}} = n\sum_{i=1}^{q}\sum_{j=1}^{m}\frac{\left(n_{ij}-\frac{\mu_i v_j}{n}\right)^2}{\mu_i v_j} = n\left(\sum_{i=1}^{q}\sum_{j=1}^{m}\left(\frac{n_{ij}^2}{\mu_i v_j}\right)-1\right),$$

где μ_i – маржинальные (итоговые) частоты по строкам;

v_i – маржинальные (итоговые) частоты по столбцам.

Для оценки значимости результатов проведенного исследования, то есть возможно ли полученные результаты, основанные на ограниченном числе наблюдений, распространить на генеральную совокупность используют статистические гипотезы [74].

Статистическая гипотеза – это предположение (допущение) о неизвестных параметрах совокупности, проверяемое с помощью статистических критериев на основании данных выборки.

Проверка статистических гипотез – это процедура, позволяющая сделать вывод, распространяются ли результаты, полученные на выборке, и на генеральную совокупность [52,74].

Для характеристики наличия или отсутствия связи между двумя исследуемыми выборками формулируются две основные статистические гипотезы:

- гипотеза об отсутствии взаимосвязи (нулевая гипотеза);
- гипотеза о наличии взаимосвязи (альтернативная гипотеза).

Проверка статистической гипотезы включает следующие этапы:

1) Выбор статистического метода, статистического критерия.

Статистический критерий (критерий значимости) – решающее математическое правило, по которому принимается или отвергается статистическая гипотеза. Для нашего исследования был выбран V-коэффициент Крамера [52,74].

2) Формулировка гипотезы (нулевой и альтернативной).

Нулевая гипотеза (H_0) (null hypothesis), или гипотеза «status quo» является утверждением об отсутствии отличий, зависимости (например, распределение по ячейкам таблицы случайно). Нулевая гипотеза формулируется таким образом, чтобы при ее отклонении исследователь получал желаемое заключение.

Нулевая гипотеза в нашем исследовании по анкетированию состоит в том, то распределение ответов на вопросы хаотично, случайно, теоретическая и фактическая частоты равны и зависимости нет [52].

Альтернативная гипотеза (H_1) (alternative hypothesis) представляет собой утверждение, которое предполагает наличие различий, наличие взаимосвязи (зависимости) между переменными в исследовании [52].

Альтернативная гипотеза в нашем исследовании по анкетированию состоит в том, то теоретическая и фактическая частоты неравны, распределение ответов на вопросы неслучайно и существует некая зависимость между ними. Выбранный нами коэффициент Крамера как раз и проверяет случайно ли различия между фактической частотой и теоретической.

3) Вычисление значения критерия.

По формуле выбранного статистического критерия (теста) производится расчет критерия для каждой таблицы, построенной по данным, полученным в ходе исследования (анкетирования) [74]. Для нашего исследования – V-коэффициент Крамера, который рассчитывается по формуле:

$$v = \sqrt{\frac{x^2}{n(k-1)}},$$

где k = min (q, m);
q – число строк;
m – число столбцов.

4) Нахождение критического значения критерия с помощью таблиц.

Критическое (табличное) значения известны и приведены либо в специальных справочниках по математической статистике эталонным числом, либо в компьютерных статистических программах SPSS, Statistica, SAS и др. [52]. (критические значения приводятся, как правило, для нескольких уровней значимости).

5) Принятие решения о нулевой гипотезе (либо она отвергается, либо принимается) на основании сравнения эмпирического и критического значений критерия.

Если полученное значение критерия (фактическое, эмпирическое) оказывается меньше критического (табличного) значения или равно ему, то нулевая гипотеза принимается. Если полученное значение критерия (эмпирическое, фактическое) оказывается больше критического (табличного), то нулевая гипотеза отвергается, и принимается альтернативная гипотеза.

6) Выбор значения доверительной вероятности (уровня значимости).

P-значение (англ. P-value) – это вероятность ошибки при отклонении верной нулевой гипотезы (является вероятностью ошибки первого рода) [74].

P-значения:

- ≤ 0,05 (*) – обычный (достаточный) уровень статистической значимости (обнаружена достаточная закономерность, показатели статистически значимы);
- ≤ 0,01 (**) – высокий уровень статистической значимости (обнаружена выраженная закономерность);
- ≤ 0,001 (***) – очень высокий уровень статистической значимости.

Статически значимым считается уровень вероятности (p-значение) меньше, чем критический уровень альфа (α), который фиксировано задается в исследованиях и обычно равен 5 % (или 0,05) [52].

Уровень значимости 0,05 – это значение, которое обеспечивает баланс между ошибками первого и второго рода. Ошибка первого рода – отклонение верной нулевой гипотезы. Ошибка второго рода – принятие неверной нулевой гипотезы.

В статистических таблицах обычно даются значения для так называемого стандартного уровня значимости, который может быть равен 0,05; 0,01; 0,001 [52] (Таблица 16).

Таблица 16. P-value

ν \ α	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005	0.001	0.0005
1	3.078	6.314	12.076	31.821	63.657	318.310	636.620
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	22.326	31.598
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	10.213	12.924
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	7.173	8.610
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	5.893	6.869
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.208	5.959
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.785	5.408
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	4.501	5.041
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.297	4.781
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.144	4.587
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.025	4.437
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.930	4.318
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.852	4.221
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.787	4.140
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.733	4.073
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.686	4.015
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.646	3.965
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.610	3.922
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.579	3.883
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.552	3.850
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.527	3.819
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.505	3.792
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.485	3.767
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.467	3.745
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.450	3.725
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.435	3.707
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.421	3.690
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.408	3.674
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.396	3.659
30	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.385	3.646
40	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.307	3.551
60	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.232	3.460
120	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.160	3.373
∞	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.090	3.291

Интерпретация значений коэффициента V Крамера, полученных в ходе исследования, представлена в таблице 17.

Степень (сила) ассоциация – отражает как распределение по первому признаку влияет на то, как распределятся значения по второму признаку.

Таблица 17. Интерпретация значений критерия φ (Фишера) и V Крамера согласно рекомендациям [140]

Значение критерия φ (Фишера) и V Крамера	Сила взаимосвязи (сила ассоциации)
<0,1	Несущественная
0,1-<0,2	Слабая
0,2-<0,4	Средняя (умеренная)
0,4-<0,6	Относительно сильная
0,6-<0,8	Сильная
0,8-1,0	Очень сильная

Полученные значения коэффициента V Крамера представлены в таблицах сопряженности 18-31. По окончании каждой таблицы представлен вывод о степени ассоциации между исследуемыми признаками.

Таблица 18. Совместное распределение ответов по вопросам 1 и 2

Ваша основная специальность: (вопрос 1)	Ваш стаж работы по основной специальности: (вопрос 2)			
	До 5 лет	5-10 лет	Более 10 лет	Итого
Ортопедическая стоматология	13	26	59	98
Стоматология Общей практики	18	8	0	26
Терапевтическая стоматология	22	33	14	69
Итого	53	67	73	193
Коэффициент ассоциации Крамера				0.3878***
p-значение для коэффициента Крамера				0.000

* p < 0.1, ** p < .05, *** p < .01

Вывод: есть умеренная ассоциация между ответами на вопросы 1 и 2.

Таблица 19. Совместное распределение ответов по вопросам 2 и 3

В каком учреждении Вы работаете? (вопрос 3)	Ваш стаж работы по основной специальности: (вопрос 2)			
	До 5 лет	5-10 лет	Более 10 лет	Итого
Государственная поликлиника	35	59	23	117
Частная клиника	32	14	30	76
Итого	67	73	53	193
Коэффициент ассоциации Крамера				0.3302***
p-значение для коэффициента Крамера				0.000

* p < 0.1, ** p < .05, *** p < .01

Вывод: есть умеренная ассоциация между ответами на вопросы 2 и 3.

Таблица 20. Распределение ответов по ответам на вопрос 1 и 4

Какая ситуация наиболее вам близка при восстановлении зубов с разрушенной коронковой частью:	Ваша основная специальность: (вопрос 1)			
	Ортопедическая стоматология	Стоматология общей практики	Терапевтическая стоматология	Итого
Применяю СВШ для частичного восстановления коронковой части зуба в форме культи с последующим протезирование искусственной коронкой	0	15	30	45
Применяю СВШ для полного восстановления коронковой части зуба	0	7	4	11
Применяю в своей практике **как культевые штифтовые вкладки, так и** СВШ	56	0	0	56
Применяю в своей практике **только СВШ**	5	0	0	5
Применяю в своей практике **только культевые штифтовые вкладки**	37	4	35	76
Итого	98	26	69	193
Коэффициент ассоциации Крамера			0.6011***	
p-значение для коэффициента Крамера			0.000	

* p < 0.1, ** p < .05, *** p < .01

Вывод: есть сильная ассоциация между ответами на вопросы 4 и 1.

Таблица 21. Распределение ответов по ответам на вопрос 4 и 2

Какая ситуация наиболее вам близка при восстановлении зубов с разрушенной коронковой частью:	Ваш стаж работы по основной специальности: (вопрос 2)			
	До 5 лет	5-10 лет	Более 10 лет	Итого
Применяю СВШ для частичного восстановления коронковой части зуба в форме культи с последующим протезирование искусственной коронкой	17	25	3	45
Применяю СВШ для полного восстановления коронковой части зуба	8	3	0	11
Применяю в своей практике **как культевые штифтовые вкладки, так и** СВШ	11	16	29	56
Применяю в своей практике **только СВШ**	1	3	1	5
Применяю в своей практике **только культевые штифтовые вкладки**	16	20	40	76
Итого	53	67	73	193
Коэффициент ассоциации Крамера			0.3404***	
p-значение для коэффициента Крамера			0.000	

* p < 0.1, ** p < .05, *** p < .01

Вывод: есть умеренная ассоциация между ответами на вопросы 2 и 4.

Таблица 22. Распределение ответов по ответам на вопрос 4 и 3

Какая ситуация наиболее вам близка при восстановлении зубов с разрушенной коронковой частью:	В каком учреждении Вы работаете?		
	Государственная	Частная	Итого
1	2	3	4
Применяю СВШ для частичного восстановления коронковой части зуба в форме культи с последующим протезирование искусственной коронкой	14	31	45

Продолжение таблицы 22

Применяю СВШ для полного восстановления коронковой части зуба	7	4	11
применяю в своей практике **как культевые штифтовые вкладки, так и** СВШ	37	19	56
применяю в своей практике **только СВШ**	1	4	5
применяю в своей практике **только культевые штифтовые вкладки**	58	18	76
Итого	117	76	193
Коэффициент ассоциации Крамера		0.3840***	
p-значение для коэффициента Крамера		0.000	

* p < 0.1, ** p < .05, *** p < .01

Вывод: есть умеренная ассоциация между ответами на вопросы 3 и 4.

Таблица 23. Распределение ответов по вопросам 5 и 1

Какому типу конструкций для восстановления разрушенных зубов вы отдаете свое предпочтение как наиболее доступному и простому в применении? (вопрос 5)	Ваша основная специальность: (вопрос 1)			
	Ортопедическая стоматология	Стоматология общей практики	Терапевтическая стоматология	Итого
Культевые штифтовые вкладки	56	2	35	93
Применяю оба варианта	31	4	20	55
Стекловолоконные штифты (СВШ)	11	20	14	45
Итого	98	26	69	193
Коэффициент ассоциации Крамера			0.3633***	
p-значение для коэффициента Крамера			0.000	

* p < 0.1, ** p < .05, *** p < .01

Вывод: есть умеренная ассоциация между ответами на вопросы 1 и 5.

Таблица 24. Распределение ответов по ответам на вопрос 5 и 2

Какому типу конструкций для восстановления разрушенных зубов вы отдаете свое предпочтение как наиболее доступному и простому в применении?	Ваш стаж работы по основной специальности: (вопрос 2)			
	До 5 лет	5-10 лет	Более 10 лет	Итого
Культевые штифтовые вкладки	18	25	50	93
Применяю оба варианта	18	17	20	55
Стекловолоконные штифты	17	25	3	45
Итого	53	67	73	193
Коэффициент ассоциации Крамера			0.2781***	
p-значение для коэффициента Крамера			0.000	

* p < 0.1, ** p < .05, *** p < .01

Вывод: есть умеренная ассоциация между ответами на вопросы 2 и 5.

Таблица 25. Распределение ответов по ответам на вопрос 5 и 3

Какому типу конструкций для восстановления разрушенных зубов вы отдаете свое предпочтение как наиболее доступному и простому в применении?	В каком учреждении Вы работаете?		
	Государственная	Частная	Итого
Культевые штифтовые вкладки	65	28	93
Применяю оба варианта	44	11	55
Стекловолоконные штифты (СВШ)	8	37	45
Итого	117	76	193
Коэффициент ассоциации Крамера		0.4914***	
p-значение для коэффициента Крамера		0.000	

* p < 0.1, ** p < .05, *** p < .01

Вывод: есть относительно сильная ассоциация между ответами на вопросы 3 и 5.

Таблица 26. Распределение ответов по ответам на вопрос 6 и 1

Почему вы не применяете стекловолоконные штифты (СВШ) в своей стоматологической практике? (если не применяете)	Ваша основная специальность: (вопрос 1)			
	Ортопедическая стоматология	Стоматология общей практики	Терапевтическая стоматология	Итого
~	48	23	34	105
Не удовлетворяют отдаленные результаты после применения СВШ	44	2	23	69
Недостаточное материально-техническое оснащение рабочего места	6	1	12	19
Итого	98	26	69	193
Коэффициент ассоциации Крамера			0.2325***	
p-значение для коэффициента Крамера			0.000	

* p < 0.1, ** p < .05, *** p < .01

Вывод: есть умеренная ассоциация между ответами на вопросы 1 и 6.

Таблица 27. Распределение ответов по ответам на вопрос 7 и 1

Исходя из вашего опыта, наиболее частые осложнения, встретившиеся в вашей практике, были связаны с:	Ваша основная специальность: (вопрос 1)			
	Ортопедическая стоматология	Стоматология общей практики	Терапевтическая стоматология	Итого
Культевыми штифтовыми вкладками	7	19	6	32
Оба варианта встречаются с одинаковой частотой	29	1	35	65
Стекловолоконными штифтами	62	6	28	96
Итого	98	26	69	193
Коэффициент ассоциации Крамера			0.4544***	
p-значение для коэффициента Крамера			0.000	

* p < 0.1, ** p < .05, *** p < .01

Вывод: есть относительно сильная ассоциация между ответами на вопросы 1 и 7.

Таблица 28. Распределение ответов по ответам на вопрос 7 и 2

Исходя из вашего опыта, наиболее частые осложнения, встретившиеся в вашей практике, были связаны с:	Ваш стаж работы по основной специальности: (вопрос 2)			
	До 5 лет	5-10 лет	Более 10 лет	Итого
Культевыми штифтовыми вкладками	12	15	5	32
Оба варианта встречаются с одинаковой частотой	19	29	17	65
Стекловолоконными штифтами	22	23	51	96
Итого	53	67	73	193
Коэффициент ассоциации Крамера			0.2322***	
p-значение для коэффициента Крамера			0.000	

* p < 0.1, ** p < .05, *** p < .01

Вывод: есть умеренная ассоциация между ответами на вопросы 2 и 7.

Таблица 29. Распределение ответов по вопросам 8 и 1

Если бы у вас была всего одна возможность для восстановления коронковой части зуба, какой тип конструкции вы бы выбрали? (вопрос 8)	Ваша основная специальность: (вопрос 1)			
	Ортопедическая стоматология	Стоматология общей практики	Терапевтическая стоматология	Итого
Культевые штифтовые вкладки	86	5	43	134
Стекловолоконные штифты	12	21	26	59
Итого	98	26	69	193
Коэффициент ассоциации Крамера			0.4988***	
p-значение для коэффициента Крамера			0.000	

* p < 0.1, ** p < .05, *** p < .01

Вывод: есть относительно сильная ассоциация между ответами на вопросы 1 и 8.

Таблица 30. Совместное распределение ответов по вопросам 8 и 2

Если бы у вас была всего одна возможность для восстановления коронковой части зуба, какой тип конструкции вы бы выбрали? (вопрос 8)	Ваш стаж работы по основной специальности: (вопрос 2)			
	До 5 лет	5-10 лет	Более 10 лет	Итого
Культевые штифтовые вкладки	26	38	70	134
Стекловолоконные штифты	27	29	3	59
Итого	53	67	73	193
Коэффициент ассоциации Крамера				0.4527***
p-значение для коэффициента Крамера				0.000

* p < 0.1, ** p < .05, *** p < .01

Вывод: есть относительно сильная ассоциация между ответами на вопросы 2 и 8.

Таблица 31. Распределение ответов по ответам на вопрос 8 и 3

Если бы у вас была всего одна возможность для восстановления коронковой части зуба, какой тип конструкции вы бы выбрали:	В каком учреждении Вы работаете?		
	Государственная	Частная	Итого
Культевые штифтовые вкладки	104	30	134
Стекловолоконные штифты	13	46	59
Итого	117	76	193
Коэффициент ассоциации Крамера		0.5241***	
p-значение для коэффициента Крамера		0.000	

* p < 0.1, ** p < .05, *** p < .01

Вывод: есть относительно сильная ассоциация между ответами на вопросы 3 и 8.

По полученным коэффициентам ассоциации составлены сводные точечные диаграммы (Рисунок 38, 39).

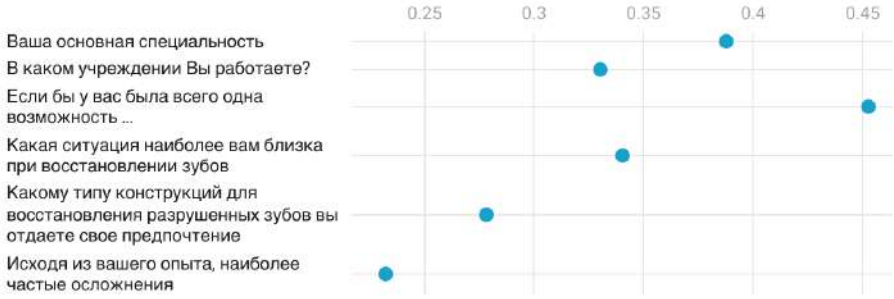


Рисунок 38. Коэффициенты ассоциации по специальности

Рисунок 39. Коэффициенты ассоциации по стажу работы

Наиболее сильная ассоциация была выявлена:

- между ответами на вопрос 1 (специальность) и ответами на вопрос 4 (наиболее близкая ситуация при восстановлении зубов);
- между ответами на вопрос 1 (специальность) и ответами на вопрос 8 (если бы была всего одна возможность для восстановления коронковой части зуба, какой тип конструкции был бы выбран);
- между ответами на вопрос 3 (место работы) и ответами на вопрос 5 (какому типу конструкций для восстановления разрушенных зубов вы отдаете свое предпочтение как наиболее доступному и простому в применении);
- между ответами на вопрос 3 (место работы) и ответами на вопрос 8 (если бы была всего одна возможность для восстановления коронковой части зуба, какой тип конструкции был бы выбран).

Наиболее слабая ассоциация была выявлена:

- между ответами на вопрос 1 (специальность) и ответами на вопрос 6 (почему вы не применяете стекловолоконные штифты (СВШ) в своей стоматологической практике?);
- между ответами на вопрос 2 (стаж работы) и ответами на вопрос 7 (исходя из вашего опыта, наиболее частые осложнения, встретившиеся в вашей практике, были связаны с…).

В ходе настоящего исследования был также проведен анализ медицинских карт пациентов за 2019-2022 годы, обратившихся в ортопедическое и терапевтическое отделение СПб ГБУ «Стоматологическая поликлиника №12» для восстановления разрушенной коронковой части зубов. В исследуемую группу вошли пациенты, которым были установлены стандартные стекловолоконные штифты или литые культевые штифтовые вкладки. На основании полученных данных составлены таблицы и диаграммы.

Статистика обращений пациентов в СПб ГБУ «Стоматологическая поликлиника №12» представлена в таблице 32.

Таблица 32. Статистика обращений пациентов в СПб ГБУ «Стоматологическая поликлиника №12»

Год	Всего пациентов, прикрепленных к поликлинике	Всего пациентов, обратившихся в терапевтическое отделение по ОМС	Всего пациентов, обратившихся в терапевтическое отделение по платным услугам	Всего пациентов, обратившихся в терапевтическое отделение	Всего пациентов, обратившихся в ортопедическое отделение	Всего обратилось в терапевтическое и ортопедическое отделение
2019	271650	12548	2156	14704	2040	16744
2020	275599	8579	1946	10525	1653	12178
2021	282391	11258	2602	13860	1872	15732
2022	303080	18626	1946	20572	2014	22586
Всего	1132720	51011	8650	59661	7579	67240

В целом количество пациентов, прикрепленных к СПб ГБУ «Стоматологическая поликлиника №12» в 2019 г. составило 271650 человек, в 2020 году – 275599 человек, в 2021 году – 282391 человек, 2022 году – 303080 человек, всего за четыре года 1132720 человек.

Анализ таблицы 32 показывает, что в 2019 году из 271650 человек, прикрепленных к поликлинике, доля обратившихся в ортопедическое отделение составила 0,75% (2040 человек). В 2020 году из 275599 человек доля обратившихся в ортопедическое отделение составила 0,6% (1653 человека), в 2021 году из 282391 человек доля обратившихся в ортопедическое отделение составила 0,66% (1872 человека), в 2022 году из 303080 человек доля обратившихся в ортопедическое отделение составила 0,6% (2014 человек).

В 2019 году в терапевтическое отделение обратились 5,4% (14704 человек), в 2020 году - 3,8% (10525 человека), в 2021 году доля обратившихся составила 4,9% (13860 человека), в 2022 году доля обратившихся в терапевтическое отделение составила 6,7% (20572 человек).

На протяжении четырех лет, из общего числа прикрепленных пациентов, доля обратившихся в ортопедическое отделение оставалась примерно на одном уровне и в среднем составила 0,6-0,7%. Доля пациентов, обратившихся в терапевтическое отделение, варьировала в пределах от 3,8% до 6,7%. Такие показатели свидетельствует о низкой обращаемости пациентов за оказанием стоматологических услуг.

Из диаграммы на рисунке 40 видно, что количество пациентов, обратившихся в терапевтическое отделение, явно превосходит количество пациентов, обратившихся в ортопедические отделение, что объясняется большей нуждаемостью пациентов в лечении, чем протезировании.

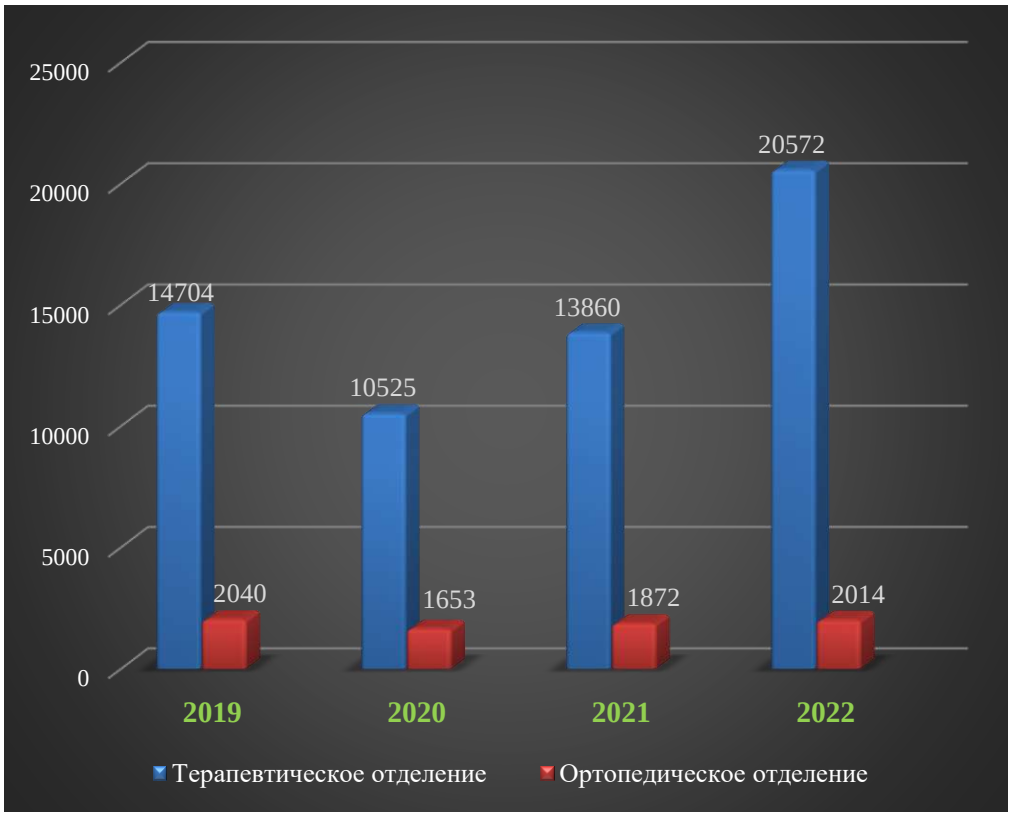


Рисунок 40. Динамика обращений пациентов в терапевтическое и ортопедическое отделение за 2019-2022 годы

Причем, анализируя диаграмму на рисунке 41, основанную да данных таблицы 32, можно заметить, что на протяжении четырех лет в период с 2019 по 2022 годы количество пациентов, обратившихся в ортопедическое отделение и в терапевтическое отделение по платным услугам сопоставимо. Однако количество пациентов, обратившихся в терапевтическое отделение по ОМС, значительно превосходит число обратившихся по платным услугам за этот же период, что можно объяснить финансовой составляющей оказываемых стоматологических услуг.

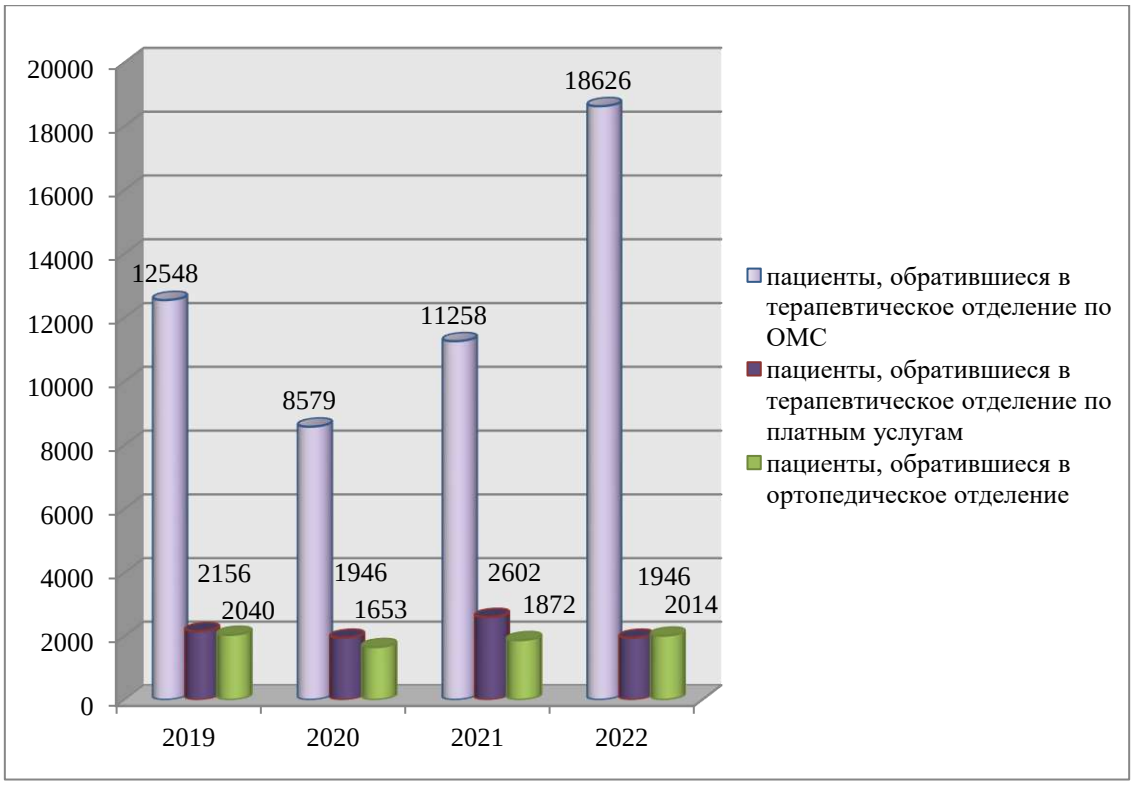


Рисунок 41. Динамика обращений пациентов в ортопедическое и терапевтическое отделение по ОМС и по платным услугам за 2019-2022 годы

Проведенное исследование также позволило проанализировать количество и виды штифтовых конструкций, установленных пациентам в период с 2019 по 2022 годы в СПб ГБУ «Стоматологическая поликлиника №12». Полученные данные сведены в таблицу 33.

Таблица 33. Общее количество установленных штифтовых конструкций за 2019-2022 годы

Год	Общее количество штифтовых конструкций	Общее количество стекловолоконных штифтов	Общее количество культевых штифтовых вкладок	Общее количество культевых штифтовых вкладок из КХС	Однокорневые культевые штифтовые вкладки КХС	Многокорневые культевые штифтовые вкладки КХС	Циркониевые вкладки однокорневые	Циркониевые вкладки многокорневые
2019	1510	64	1446	1433	1242	191	13	0
2020	1554	92	1462	1455	1239	216	5	2
2021	1821	124	1697	1679	1399	280	18	0
2022	1636	94	1542	1527	1319	208	11	4
Всего	6521	374	6147	6094	5199	895	47	6

В СПб ГБУ «Стоматологическая поликлиника №12» за период с 2019 по 2022 годы было изготовлено 6147 культевых штифтовых вкладок и установлено 374 стекловолоконных штифта, то есть общее количество штифтовых конструкций составило 6521 (Таблица 33).

Из таблицы 33 и диаграммы на рисунке 42 видно, что в 2019 году общее количество изготовленных штифтовых конструкций составило 1510 штук, в 2020 году – 1554 штуки, в 2021 году – 1821 штуки, в 2022 году – 1636 штук.

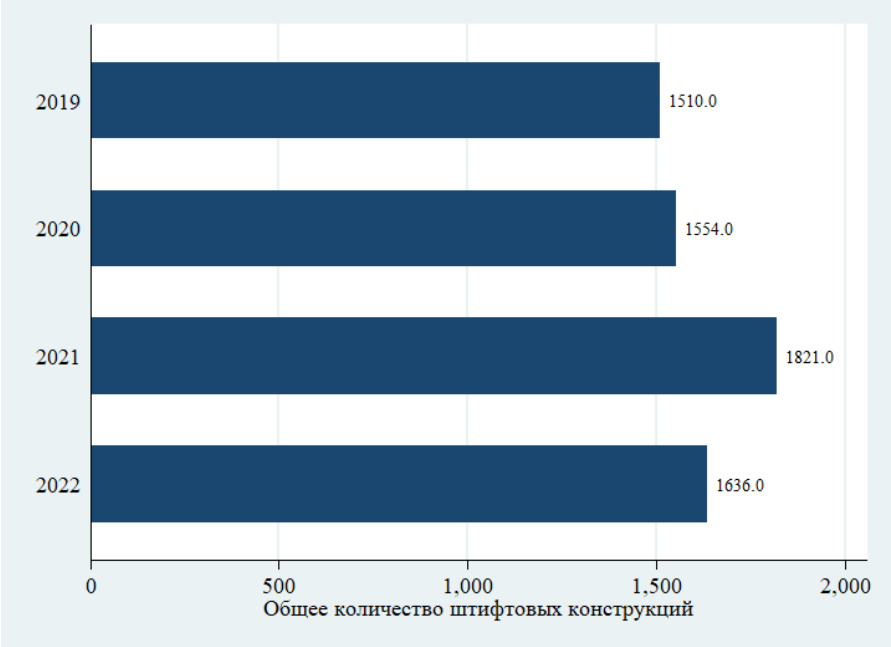


Рисунок 42. Изменение общего количества штифтовых конструкций за период с 2019 по 2022 гг.

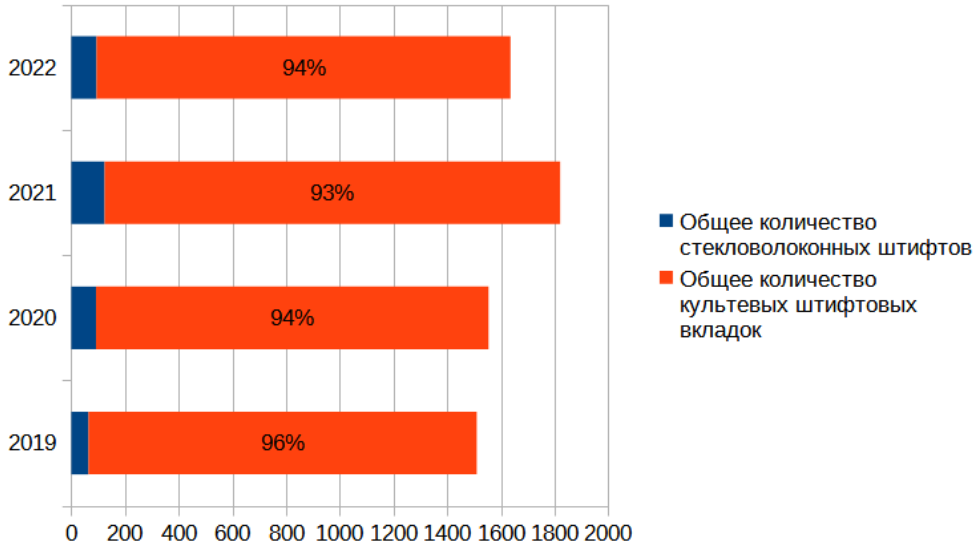
Из диаграммы на рисунке 43 (а,б), основанной на данных таблицы 33, видно, что за период с 2019 по 2022 год, количество изготовленных культевых штифтовых вкладок явно превосходит количество установленных стандартных стекловолоконных штифтов.

Из общего числа всех изготовленных культевых штифтовых вкладок (6147 вкладок) доля вкладок из кобальтохромового сплава с одним штифтом составила 84,57% (5199 вкладок), а доля разборных штифтовых вкладок из КХС составила 14,5% (895 вкладок). В 0,86% (53 вкладки) случаев пациентам были изготовлены вкладки из диоксида циркония, из них на однокорневые пришлось 0,76% (47 вкладок), а на многокорневые вкладки 0,097% (6 вкладок).

Наиболее часто изготавливались литые культевые штифтовые вкладки. Доля вкладок за 2019 год составила 95,7% (1446 вкладки), в то время как доля установленных стандартных стекловолоконных штифтов составила 4,3% (64 штифта). За 2020 год доля изготовленных вкладок составила 94% (1462 вкладки), а доля стандартных стекловолоконных штифтов 6% (92 штифта). В 2021 году доля изготовленных вкладок составила 93,2% (1697 вкладки), а доля стандартных

стекловолоконных штифтов 6,8% (124 штифта). В 2022 году доля изготовленных вкладок составила 94,2% (1542 вкладки), а доля стандартных стекловолоконных штифтов 5,8% (94 штифта).

(а)



(б)

Рисунок 43 (а, б). Общее количество изготовленных культевых штифтовых вкладок и установленных стекловолоконных штифтов за период с 2019 по 2022 годы

Исходя из данных таблицы 33, можно составить диаграмму и проанализировать соотношение изготавливаемых однокорневых и многокорневых штифтовых вкладок, а также соотношение вкладок из КХС и диоксида циркония.

На диаграммы на рисунке 44 видно, что из года в год соотношение значений существенно не менялось и находилось примерно на одном уровне.

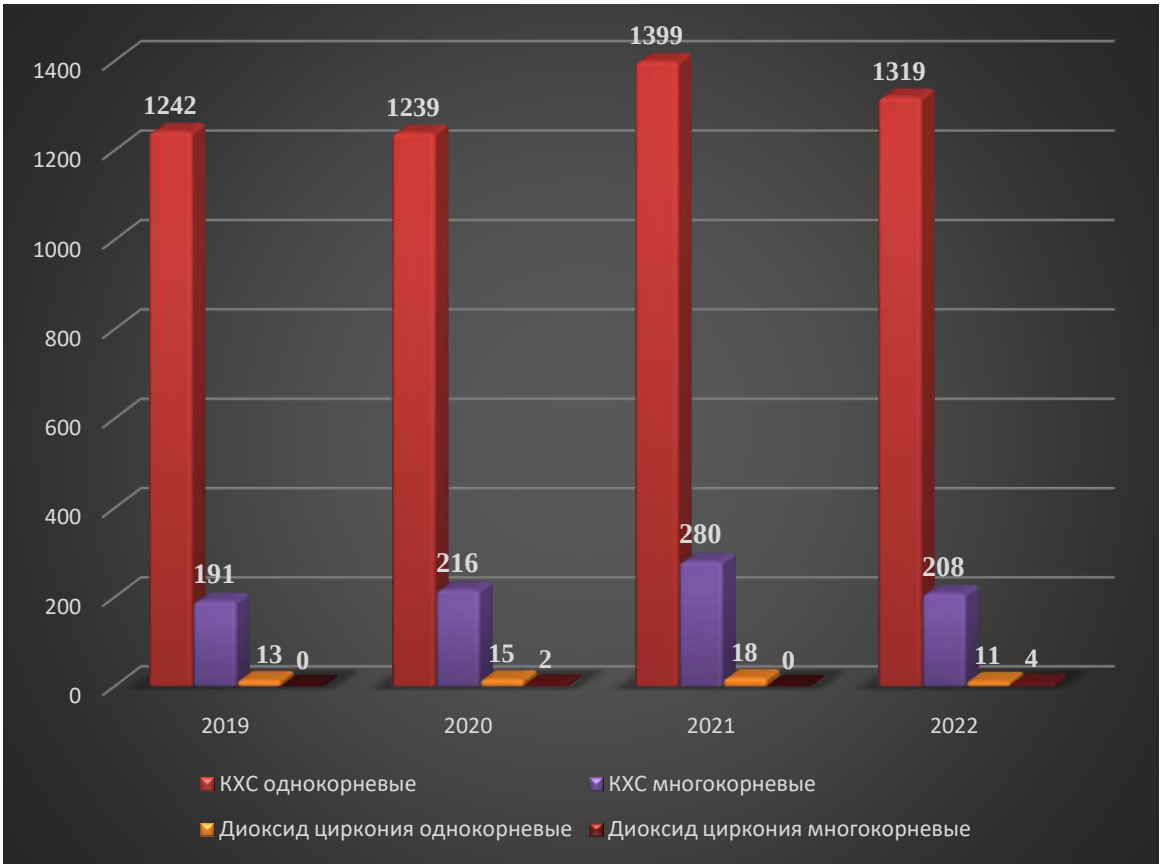


Рисунок 44. Динамика изготовления культевых штифтовых вкладок за 2019-2022 годы

В большем количестве пациентам изготавливались однокорневые культевые штифтовые вкладки, доля которых составила 85,4% от общего числа всех изготовленных вкладок. Доля многокорневых вкладок составила 14,6 % от общего числа всех изготовленных вкладок. Из диаграммы на рисунке 45 видно, что наиболее часто используемой ортопедической конструкцией для восстановления зубов были культевые штифтовые вкладки, изготовленные из КХС, чем из диоксида циркония.

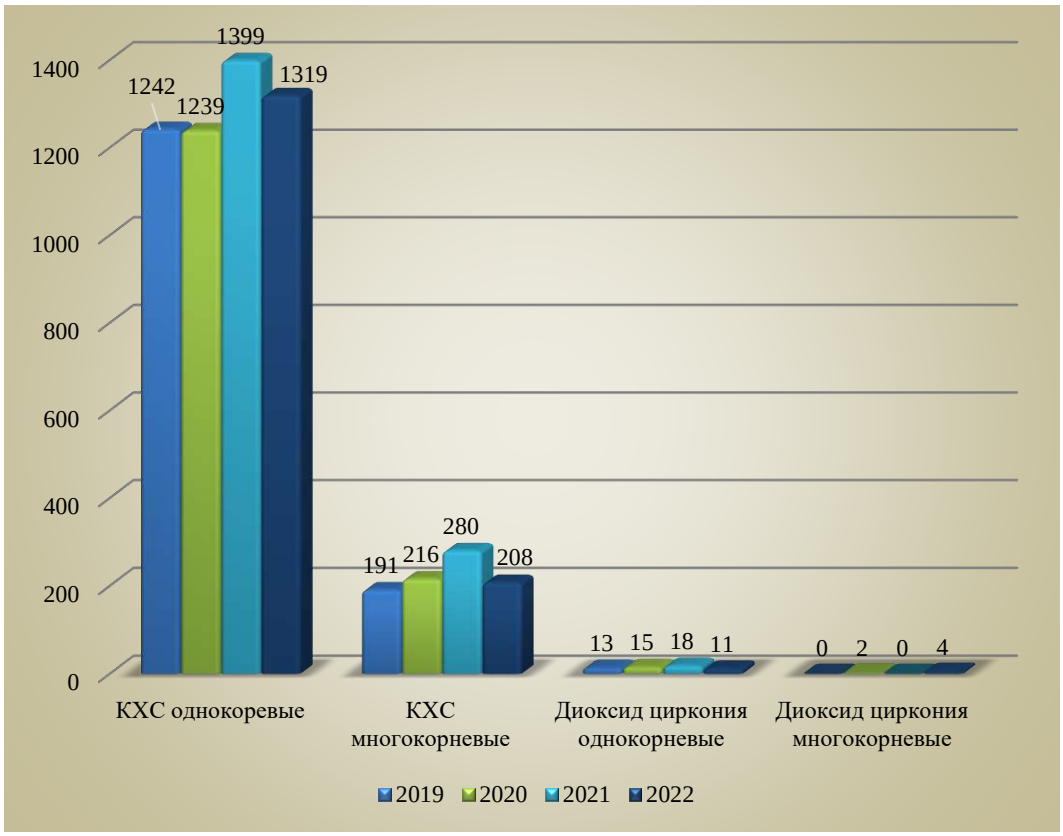


Рисунок 45. Динамика изготовления культевых штифтовых вкладок за 2019-2022 годы

Анализ таблиц 32 и 33, наглядно представленный на диаграмме на рисунке 46, показывает статистически значимую корреляцию и соразмерность показателей числа пациентов, обратившихся в терапевтическое и ортопедическое отделение с количеством изготовленных штифтовых конструкций, включающих культевые штифтовые вкладки их КХС и диоксида циркония и стекловолоконные штифты.

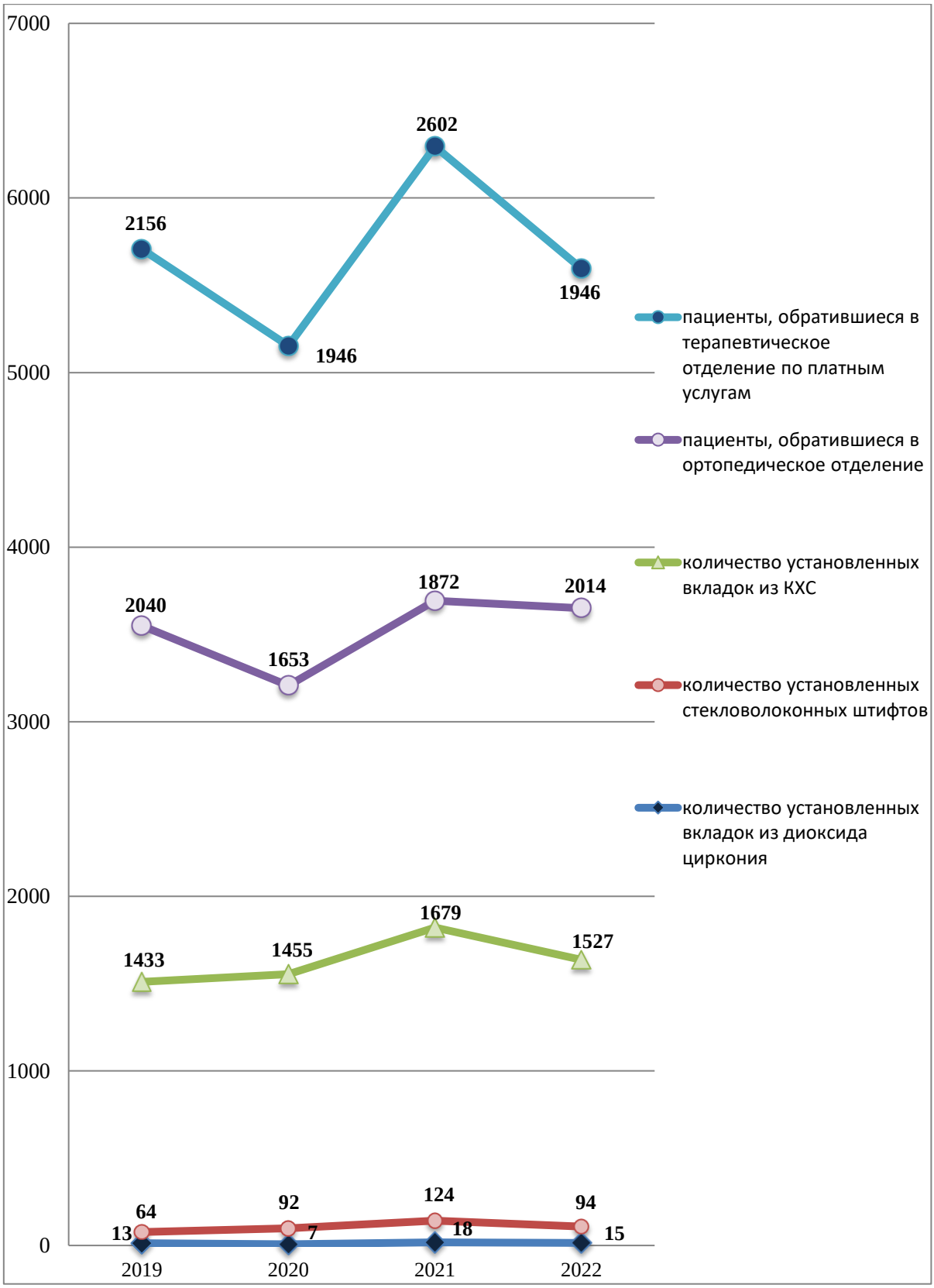


Рисунок 46. Отношение числа обратившихся пациентов к числу изготовленных штифтовых конструкций

Из диаграммы на рисунке 46 также можно заметить некий провал количества пациентов в 2020 году, что объясняется чрезвычайной ситуацией, обусловленной пандемией COVID-19. Однако уже в 2021 и 2022 году можно заметить тенденцию к увеличению количества пациентов.

Для построения обобщающей характеристики по количеству обратившихся пациентов и по количеству изготовленных культевых штифтовых вкладок и стекловолоконных штифтов за период с 2019 по 2022 годы произведен расчет показателей средней величины и средних темпов роста.

Основным условием для расчета средней величины выборки является однородность. Это означает, что данные исследуемой совокупности не должны резко различаться по своему количественному значению, то есть число аномальных наблюдений должно быть минимально.

В нашем исследовании средняя за период рассчитана как средняя арифметическая за период с 2019 по 2022 годы или как средняя арифметическая по числу изготовленных штифтовых конструкций.

Среднее арифметическое является отношением суммы всех чисел выборки к их общему количеству и рассчитывается по формуле [140]:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i}{n},$$

где $\bar{X}$ *выборочное среднее;*
n *– объем выборки;*
X_i *– числа выборки.*

Доля пациентов, обратившихся по ОМС, была рассчитана как отношение количества пациентов, обратившихся по ОМС к общему количеству пациентов, прикрепленных к поликлинике.

Доля пациентов, обратившихся по платным услугам, была рассчитана как отношение количества пациентов, обратившихся по платным услугам к общему количеству пациентов, прикрепленных к поликлинике.

Средняя доля за период с 2019 по 2022 год была рассчитана как среднее арифметическое.

Средняя величина и доли по пациентам, обратившимся в период с 2019 по 2022 годы, представлены в таблице 34.

Таблица 34. Средние величины и доли пациентов, прикрепленных к поликлинике. Статистика обращений пациентов в СПб ГБУ «Стоматологическая поликлиника №12»

Год	Всего пациентов, прикрепленных к поликлинике	Всего пациентов, обратившихся в терапевтическое отделение по ОМС	Всего пациентов, обратившихся в терапевтическое отделение по платным услугам	Всего пациентов, обратившихся в терапевтическое отделение	Всего пациентов, обратившихся в ортопедическое отделение	Всего обратилось в терапевтическое и ортопедическое отделение	Доля пациентов, обратившихся по ОМС	Доля пациентов, обратившихся по платным услугам
2019	271650	12548	2156	14704	2040	16744	0.046	0.008
2020	275599	8579	1946	10525	1653	12178	0.031	0.007
2021	282391	11258	2602	13860	1872	15732	0.04	0.009
2022	303080	18626	1946	20572	2014	22586	0.061	0.006
Всего	1132720	51011	8650	59661	7579	67240	0.045	0.008
Средняя за период	283180	12752.75	2162.5	14915.25	1894.75	16810	0.045	0.008

В среднем в терапевтическое отделение по ОМС обратилось 12752.75 человека, в терапевтическое отделение по платным услугам в среднем обратилось 2162.5 человека. В среднем за период в четыре года в терапевтическое отделение обратилось 14915.25 человека, в ортопедическое отделение – 1894.75 человека.

Анализируя показатели среднего значения по пациентам, обратившимся за период с 2019 по 2022 год, можно заключить, что среднее значение по пациентам, обратившимся в терапевтическое отделение (14915.25) превосходит среднее значение по пациентам, обратившимся в ортопедическое отделение (1894.75), а также, что среднее значение по пациентам, обратившимся по ОМС (12752.75) превосходит среднее значение по пациентам, обратившимся по платным услугам (2162.5).

Доля пациентов, обратившихся по ОМС, была рассчитана как отношение количества пациентов, обратившихся по ОМС к общему количеству пациентов, прикрепленных к поликлинике.

Доля пациентов, обратившихся по платным услугам, была рассчитана как отношение количества пациентов, обратившихся по платным услугам к общему количеству пациентов, прикрепленных к поликлинике.

Средняя доля за период с 2019 по 2022 год была рассчитана как среднее арифметическое.

Анализируя полученные доли, можно заключить, что средняя доля по пациентам, обратившихся по ОМС (0.045) превосходит среднюю долю по пациентам, обратившихся по платным услугам (0.008).

Средние величины по количеству установленных штифтовых конструкций за период с 2019 по 2022 годы представлены в таблице 35.

Средняя величина по всем изготовленным штифтовым конструкциям за период в четыре года составила – 1630.35 штифтовых конструкций. Из них средняя величина по установленным стекловолоконным штифтам – 93.5, а средняя величина по культевым штифтовым вкладкам – 1536.75. Из всех культевых штифтовых вкладок средняя величина по однокорневым вкладкам из КХС составила – 1299.75, по многокорневым вкладкам из КХС – 223.75, по однокорневым вкладкам из диоксида циркония составила 11.75, по многокорневым вкладкам из диоксида циркония – 1.5.

Таблица 35. Статистика установленных штифтовых конструкций за 2019-2022 гг.

Год	Общее количество штифтовых конструкций	Общее количество стекловолоконных штифтов	Общее количество культевых штифтовых вкладок	Общее количество культевых штифтовых вкладок из КХС	Однокорневые культевые штифтовые вкладки КХС	Многокорневые культевые штифтовые вкладки КХС	Циркониевые вкладки однокорневые	Циркониевые вкладки многокорневые
2019	1510	64	1446	1433	1242	191	13	0
2020	1554	92	1462	1455	1239	216	5	2
2021	1821	124	1697	1679	1399	280	18	0
2022	1636	94	1542	1527	1319	208	11	4
Всего	6521	374	6147	6094	5199	895	47	6
Средняя за период	1630.25	93.5	1536.75	1523.5	1299.75	223.75	11.75	1.5

Анализируя полученные средние величины, можно заключить, что за период с 2019 по 2022 годы наиболее популярной конструкцией для восстановления разрушенного зуба являлись однокорневые культевые штифтовые вкладки.

Также в ходе нашего исследования был рассчитан темп роста (%), демонстрирующий скорость (интенсивность) изменений какого-либо процесса или события по отношению к его начальному состоянию за определенный временной промежуток.

Темп роста рассчитывается по следующей формуле (6) [140]:

$$\text{Темп роста} = \frac{П_Т}{П_б} * 100\%, \quad (6)$$

где $П_Т$ и $П_б$ – показатели значений текущего и базового периодов.

Результат вычислений – один из трех вариантов:

1) ТР больше 100%: конечное значение возросло в сравнении с начальным, т.е. налицо рост показателя.

2) ТР=100%: изменений ни в большую, ни в меньшую сторону не произошло – показатель остался на прежнем уровне.

3) ТР меньше 100%: анализируемый показатель снизился к началу периода.

Средний темп роста показывает, насколько в среднем менялось значения показателей за выбранный период (2019-2022 годы); определяется как отношение изменения значения к промежутку времени, в течение которого произошли эти изменения.

Средние темпы роста числа пациентов и средние темпы роста установленных штифтовых конструкций представлены в таблице 36 и таблице 37.

Таблица 36. Средние темпы роста числа пациентов, прикрепленных к поликлинике

Год	Всего пациентов, прикрепленных к поликлинике	Всего пациентов, обратившихся в терапевтическое отделение по ОМС	Всего пациентов, обратившихся в терапевтическое отделение по платным услугам	Всего пациентов, обратившихся в терапевтическое отделение	Всего пациентов, обратившихся в ортопедическое отделение	Всего обратилось в терапевтическое и ортопедическое отделение	Доля пациентов, обратившихся по ОМС	Доля пациентов, обратившихся по платным услугам
2019	271650	12548	2156	14704	2040	16744	0.046	0.008
2020	275599	8579	1946	10525	1653	12178	0.031	0.007
2021	282391	11258	2602	13860	1872	15732	0.04	0.009
2022	303080	18626	1946	20572	2014	22586	0.061	0.006
Всего	1132720	51011	8650	59661	7579	67240	0.045	0.008
Средний темп роста	1.04	1.14	0.97	1.12	1.00	1.10	1.10	0.91

Таблица 37. Статистика установленных штифтовых конструкций за 2019-2022 гг.

Год	Общее количество штифтовых конструкций	Общее количество стекловолоконных штифтов	Общее количество культевых штифтовых вкладок	Общее количество культевых штифтовых вкладок из КХС	Однокорневые культевые штифтовые вкладки КХС	Многокорневые культевые штифтовые вкладки КХС	Циркониевые вкладки однокорневые	Циркониевые вкладки многокорневые
2019	1510	64	1446	1433	1242	191	13	0
2020	1554	92	1462	1455	1239	216	5	2
2021	1821	124	1697	1679	1399	280	18	0
2022	1636	94	1542	1527	1319	208	11	4
Всего	6521	374	6147	6094	5199	895	47	6
Средний темп роста	1.03	1.14	1.02	1.02	1.02	1.03	0.95	-

Полученные показатели свидетельствуют, что в среднем за период с 2019 по 2022 годы количество пациентов, обратившихся по ОМС, приросло на 14% (1.14), а количество пациентов, обратившихся по платным услугам, наоборот сократилось на 3% (0.97).

Средний темп роста по количеству пациентов, обратившихся в ортопедическое отделение, составил 1.0, что демонстрирует отсутствие каких-либо изменений и динамики прироста или сокращения, то есть количество пациентов оставалось на том же уровне.

Также можно четко проследить сокращения количества пациентов и изготавливаемых штифтовых конструкций в 2020 году, что можно объяснить пандемией COVID-19.

Средний темп роста по общему количеству изготовленных штифтовых конструкций демонстрирует прирост в 3%. Объемы изготовленных культевых

штифтовых вкладок выросли на 2%, а объемы изготовленных стекловолоконных штифтов выросли на 14%, что свидетельствует о ежегодном росте популярности этой методики.

Для расчета значимости результатов исследования и возможности распространения полученных средних величин всю генеральную совокупность проведено Z-тестирование [140].

Тест гипотезы – это формальный статистический тест, который мы используем, чтобы отвергнуть или не отвергнуть некую статистическую гипотезу.

Статистическая проверка гипотезы о средней величине (тест на равенство долей) осуществляется с помощью *Z*-критерия (используется только в случае, если распределение переменной в генеральной совокупности является нормальным и выборка достаточно большая ($n \geq 30$, n – объем выборки) [140]. Последовательность проверки статистической гипотезы и использования статистического критерия была представлена ранее.

Пусть в двух генеральных совокупностях проводятся независимые испытания, в результате которых может осуществиться или не осуществиться одно и то же событие.

Обозначим долю изготовленных культевых штифтовых вкладок в первой генеральной совокупности через p_1, а долю установленных стекловолоконных штифтов во второй генеральной совокупности – через p_2.

Доля стекловолоконных штифтов за каждый год рассчитывалась как отношение общего количества установленных СВШ к общему количеству всех изготовленных штифтовых конструкций.

Доля культевых штифтовых вкладок за каждый год рассчитывалась как отношение общего количества установленных штифтовых вкладок к общему количеству всех изготовленных штифтовых конструкций.

Доля СВШ и культевых штифтовых вкладок по отношению к общему количеству штифтовых конструкций представлены в таблице 38 и на рисунке 47.

Таблица 38. Доля СВШ и культевых штифтовых вкладок к общему количеству штифтовых конструкций

Год	Общее количество штифтовых конструкций	Общее количество стекловолоконных штифтов	Доля СВШ к общему количеству штифтовых конструкций	Общее количество культевых штифтовых вкладок	Доля культевых штифтовых вкладок к общему количеству штифтовых конструкций	Z-тест равенства долей В / Б и Г / Б	p-значение для теста равенства долей
	Б	В	В / Б	Г	Г / Б		
2019	1510	64	0.042	1446	0.958	-170***	0.000
2020	1554	92	0.059	1462	0.941	-140***	0.000
2021	1821	124	0.068	1697	0.932	-150***	0.000
2022	1636	94	0.057	1542	0.943	-190***	0.000

* p < 0.1, ** p < .05, *** p < .01

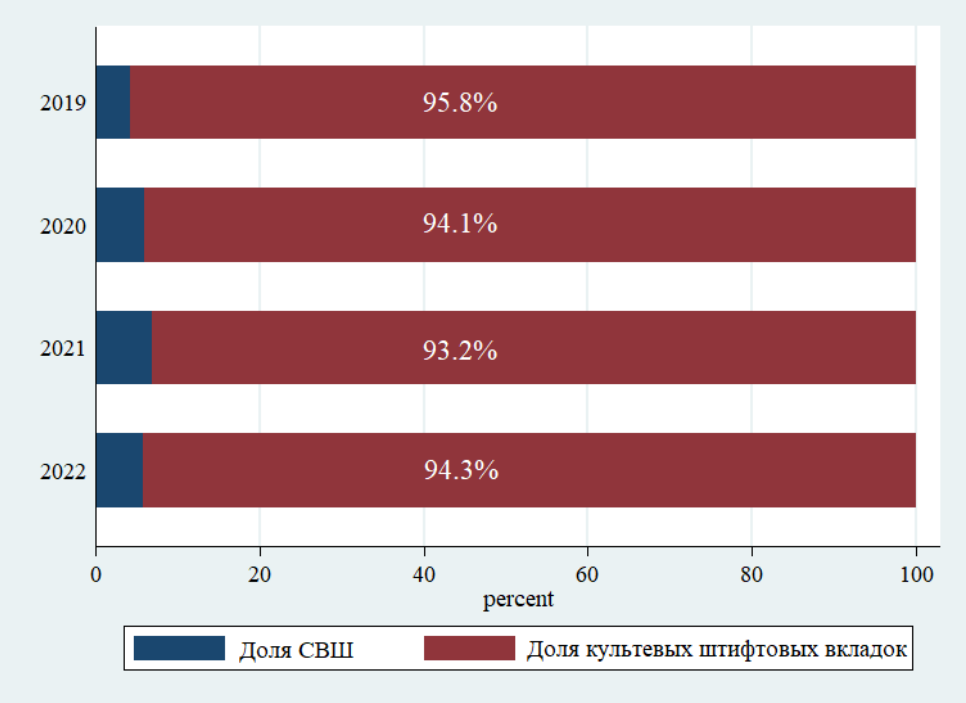


Рисунок 47. Доли СВШ и культевых штифтовых вкладок к общему количество штифтовых конструкций

Доля однокорневых и многокорневых конструкций к общему количеству культевых штифтовых вкладок из КХС представлены в таблице 39 и на рисунке 48.

Таблица 39. Доля однокорневых и многокорневых конструкций к общему количеству культевых штифтовых вкладок из КХС

Год	Общее количество культевых штифтовых вкладок из КХС	Однокорневые культевые штифтовые вкладки КХС	Многокорневые культевые штифтовые вкладки КХС	Доля однокорневых вкладок к общему количеству культевых штифтовых вкладок из КХС	Доля многокорневых вкладок к общему количеству культевых штифтовых вкладок из КХС	Z-тест равенства долей Е / Д и З / Д	p-значение для теста равенства долей
	Д	Е	З	Е / Д	З / Д		
2019	1433	1242	191	0.867	0.133	39.29***	0.000
2020	1455	1239	216	0.852	0.148	37.98***	0.000
2021	1679	1399	280	0.833	0.167	38.59***	0.000
2022	1527	1319	208	0.864	0.136	40.23***	0.000

* $p < 0.1$, ** $p < .05$, *** $p < .01$

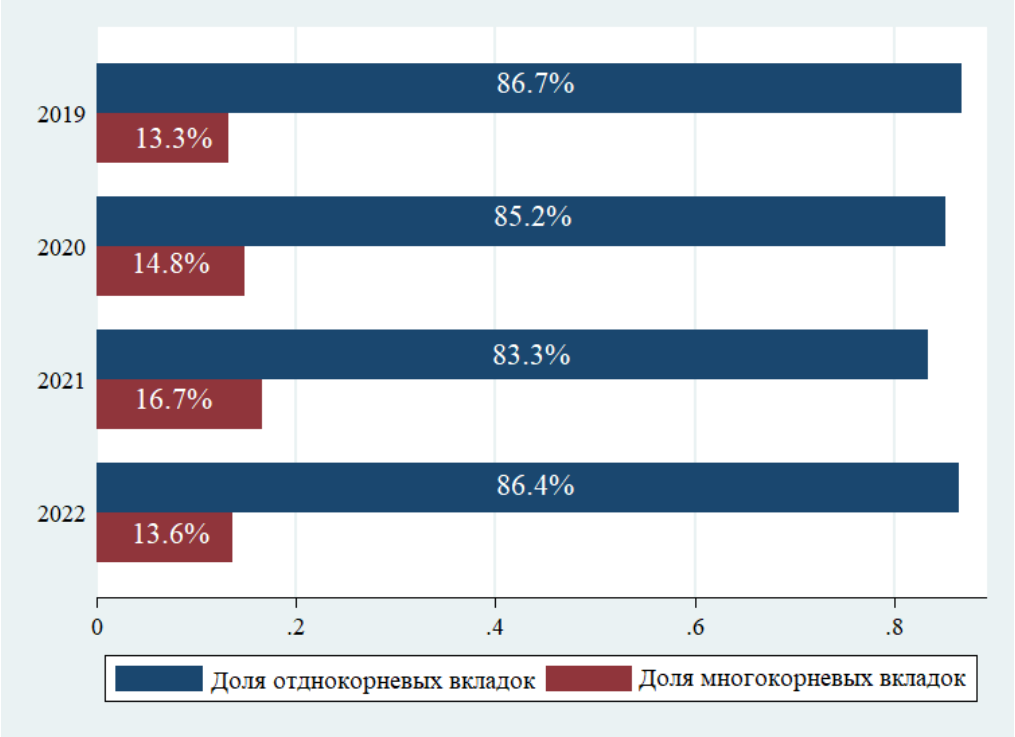


Рисунок 48. Доли многокорневых и однокорневых вкладок к общему количеству культевых штифтовых вкладок из КХС

Доля изготовленных штифтовых вкладок за 2019 год равна 0.958, а доля СВШ равна 0.042. Доля изготовленных штифтовых вкладок за 2020 год равна 0.941, а доля СВШ равна 0.059. Доля изготовленных штифтовых вкладок за 2021 год равна 0.932, а доля СВШ равна 0.068. Доля изготовленных штифтовых вкладок за 2022 год равна 0.943, а доля СВШ равна 0.057.

Доля однокорневых культевых штифтовых вкладок за каждый год рассчитывалась как отношение общего количества изготовленных однокорневых штифтовых вкладок к общему количеству всех изготовленных культевых вкладок. Доля многокорневых культевых штифтовых вкладок за каждый год рассчитывалась как отношение общего количества изготовленных многокорневых штифтовых вкладок к общему количеству всех изготовленных культевых вкладок.

Доля изготовленных однокорневых штифтовых вкладок за 2019 год равна 0.867, а доля многокорневых равна 0.133. Доля изготовленных однокорневых штифтовых вкладок за 2020 год равна 0.852, а доля многокорневых равна 0.148. Доля изготовленных однокорневых штифтовых вкладок за 2021 год равна 0.833, а

доля многокорневых равна 0.167. Доля изготовленных однокорневых штифтовых вкладок за 2022 год равна 0.864, а доля многокорневых равна 0.136.

Нулевая гипотеза формулируется как утверждение о равенстве этих долей (отсутствие достоверных различий между долями) в обоих генеральных совокупностях, то есть доля культевых штифтовых вкладок и доля стекловолоконных штифтов равны (для таблицы 38). Доля однокорневых штифтовых вкладок равна доле многокорневых штифтовых вкладок (для таблицы 39). Расчеты производятся по формуле:

$$H_0 : p_1 = p_2 = p$$

где p – общее значение долей в двух генеральных совокупностях.

В качестве альтернативной гипотезы принимается то, что доля культевых штифтовых вкладок и доля стекловолоконных штифтов неравны (стекловолоконные штифты не популярны так же, как культевые вкладки). Доля однокорневых штифтовых вкладок и доля многокорневых штифтовых вкладок неравны:

$$H_1 : p_1 \neq p_2$$

Для осуществления проверки нулевой гипотезы производится выборка, объемом n_1 из первой генеральной совокупности, т.е. для этой генеральной совокупности произведено n_1 испытаний. Далее производится выборка, объемом n_2 из второй генеральной совокупности, т.е. для этой генеральной совокупности произведено n_2 испытаний.

Для проверки нулевой гипотезы в этом случае используют формулу (8) **Z**-оценку, имеющую стандартное нормальное распределение [140]:

$$z = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{p(1-p)\left(\frac{1}{n_1}+\frac{1}{n_2}\right)}},$$

где p_1 и p_2 – пропорции выборки;

p_1 – доля культевых штифтовых вкладок, отвечающих условию в первой выборке;

p_2 – доля стекловолоконных штифтов, отвечающих условию во второй выборке;

n_1 и n_2 – размеры выборки, (n_1 – численность первой выборки, n_2 – численность второй выборки);

p – общая объединенная доля, рассчитанная по формуле:

$$\mathrm{p} = \frac{\mathrm{p1\ n1 + p2\ n2}}{\mathrm{n1 + n2}},$$

Вычисленное значение **Z**-оценки следует сравнить с критическим.

Критический уровень значимости определяется исследователем $\mathbf{Z_\alpha}$ (Z=1.64) по стандартным таблицам (Z-таблица нормального распределения – таблица Гауса) или рассчитывается в специальной компьютерной программы.

Критическая область для такой альтернативной гипотезы будет задаваться неравенством $|\mathbf{Z}| > \mathbf{Z_\alpha}$. Если это неравенство выполняется, то нулевая гипотеза может быть отклонена, поскольку значение статистического критерия **Z** (расчетная величина Z) больше, чем критическая величина Z.

Также нулевая гипотеза может быть отклонена на основании того, что p-значение тестовой статистике Z (=0.000) меньше выбранного уровня значимости (=0.05).

Принимается альтернативная гипотеза, утверждающая, что доля культевых штифтовых вкладок и доля стекловолоконных штифтов неравны (стекловолоконные штифты не популярны так же, как культевые вкладки) и доля

однокорневых штифтовых вкладок и доля многокорневых штифтовых вкладок неравны.

Таким образом, анализ медицинских карт пациентов отделение СПб ГБУ «Стоматологическая поликлиника №12» за 2019-2022 годы, показал, что общее число пациентов, обратившихся в ортопедическое и терапевтическое отделение, составило 67240 человека, а общее количество изготовленных штифтовых конструкций составило 6521 штуки.

Из диаграммы на рисунке 49, составленной на основании данных медицинской документации видно, что наиболее часто применяемыми конструкциями были культевые штифтовые вкладки (94%) в сравнении со стекловолоконными штифтами (6%).

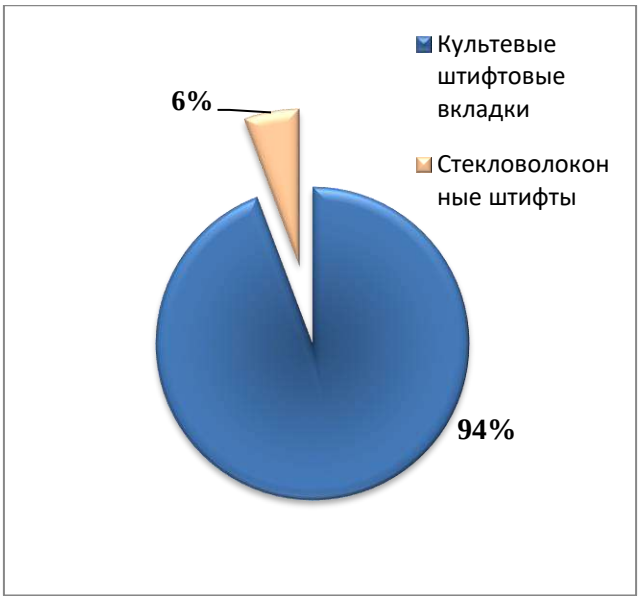


Рисунок 49. Общее число изготовленных культевых штифтовых вкладок и установленных стекловолоконных штифтов

Полученные показатели подтверждают нуждаемость и популярность среди населения методов сохранения и восстановления разрушенной коронковой части зуба.

Проведенное анкетирование врачей-стоматологов продемонстрировало, что оба метода достаточно популярны. Количественное превосходство применяемых культевых штифтовых вкладок над стекловолоконными штифтами (СВШ) можно объяснить личной приверженностью врачей к этому методу и привычкой работы с ним, а также существующими реальными осложнениями, связанными со стекловолоконными штифтами.

Проведенное статистическое исследование подтверждает, что полученные результаты выборки неслучайны, и доля изготовленных культевых вкладок превосходит долю установленных стекловолоконных штифтов, а доля однокорневых штифтовых вкладок превосходит долю многокорневых. Другими словами, различия в выборе метода восстановления разрушенной коронковой части зуба есть, и они значимы.

Z-тестирование доказало, что полученные результаты неслучайны и в целом в генеральной совокупности будет наблюдаться такая же картина, то есть среди врачей метод применения культевых штифтовых вкладок более популярен, чем метод применения стекловолоконных штифтов.

Такие полученные данные подчеркивают необходимость внедрения и усовершенствования метода применения стекловолоконных штифтов и его популяризации среди врачей и пациентов.

3.2 Результаты лабораторно-экспериментального исследования

Лабораторно-экспериментальное исследование представляло собой изучение, сравнение и анализ физико-механических свойств (предела прочности или максимальное напряжение) стекловолоконного штифта с конусным стекловолоконным каркасом и стандартного стекловолоконного штифта. Исследование на прочность проводилось на универсальной испытательной машине – «ShimadzuAG-Xplus», при скорости смещения пресса 2 mm/min в вертикальном направлении до начала заметного разрушения соединения цемент-штифт.

На рисунке 50 представлен поперечный распил образца после проведенного лабораторно – экспериментального исследования. Анализируя конфигурацию полученных повреждений, можно заметить наличие незначительных дефектов стекловолоконного каркаса, плотно прикрепленного к поверхности штифта и корневого канала.

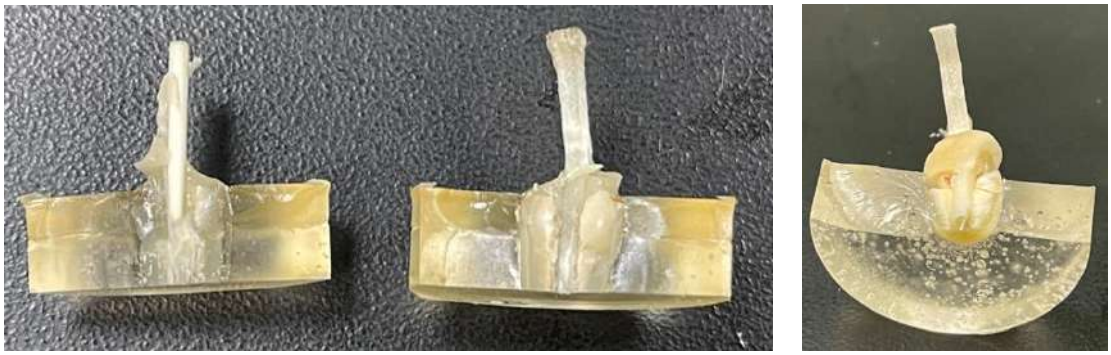
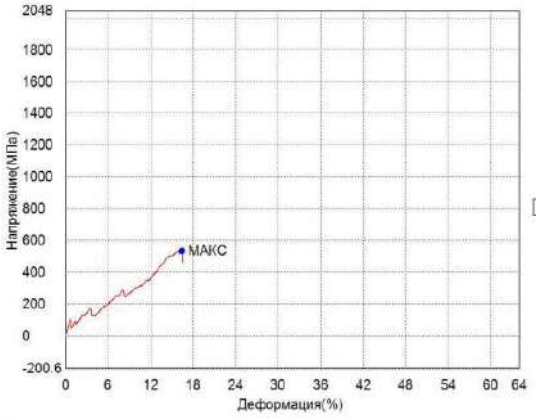
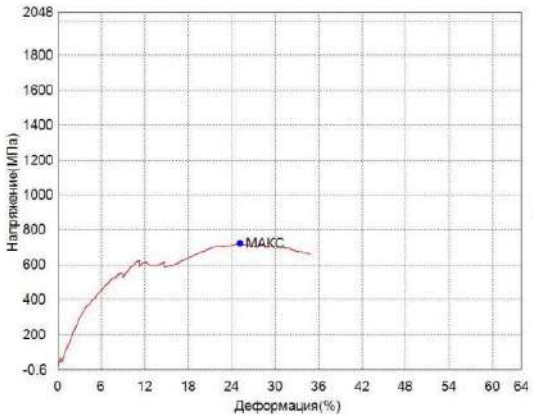
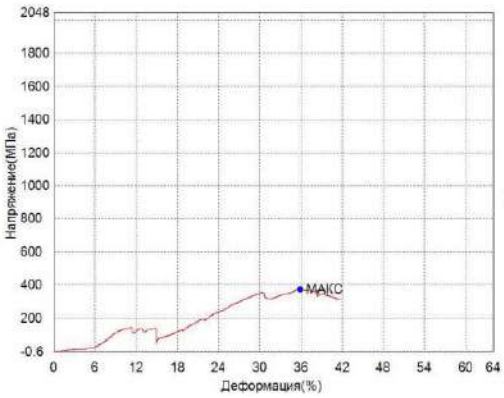
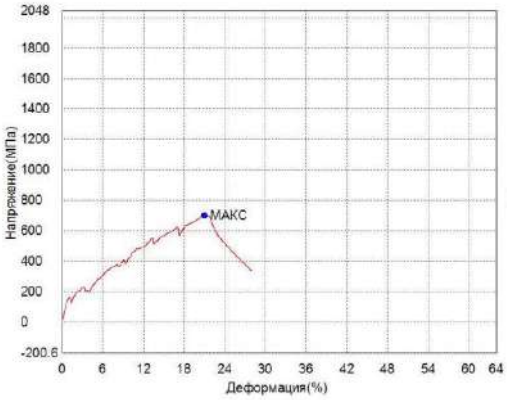


Рисунок 50. Образцы после проведенного лабораторно-экспериментального исследования

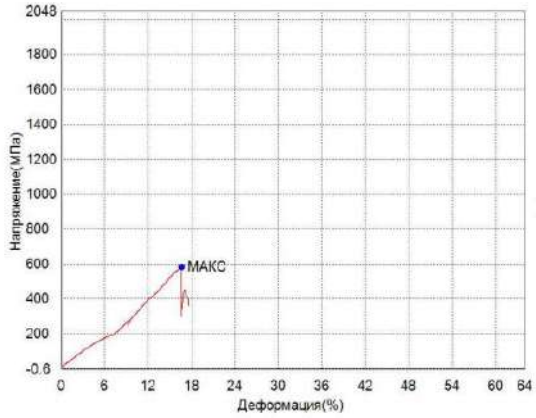
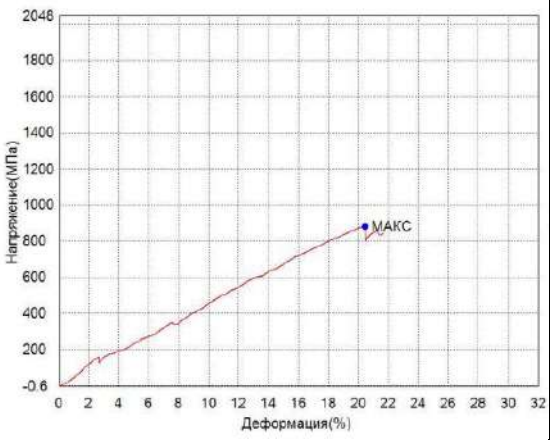
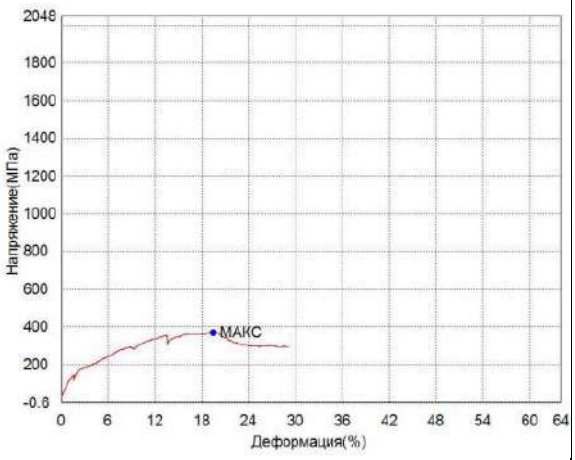
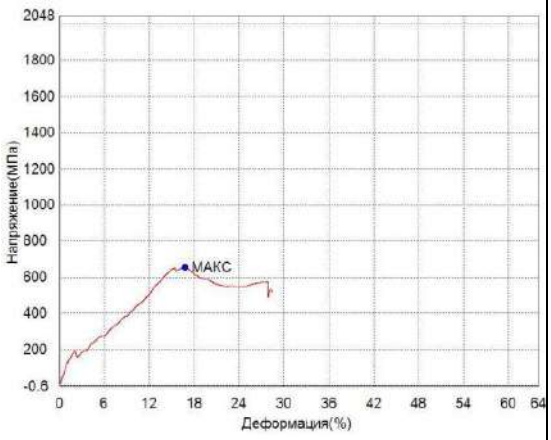
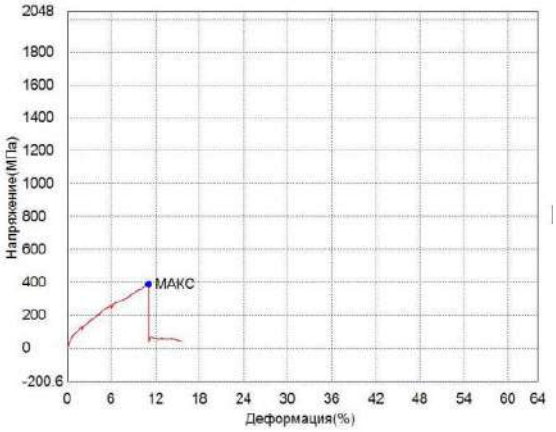
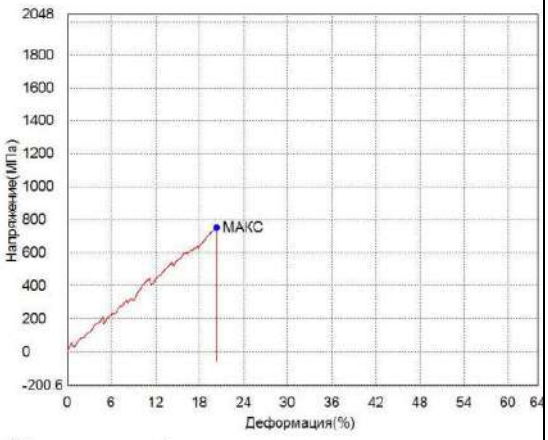
Полученные результаты прочностных характеристик (максимальная сила, при которой происходило разрушение материала и максимальное напряжение – предел прочности – пороговая величина механического напряжения, при превышении которой тело разрушается) стандартных стекловолоконных штифтов и модифицированных штифтовых конструкций в виде динамических графиков

записывались в программе обработке данных «TrapeziumX». На основании полученных показателей составлена таблица 40.

Таблица 40. Динамические графики и цифровые показатели прочностных характеристик исследуемых двух групп образцов после проведенного лабораторно-экспериментального исследования на сдвиг

	СВШ (1 группа образцов)		СВШ лента (2 группа образцов)	
Парам.	Макс. сила	Макс. напряжение	Макс. сила	Макс. напряжение
Ед. изм.	Н	МПа	Н	МПа
1	2	3	4	5
1	824,420	535,553	1112,81	723,546
				
2	574,525	373,219	1079,22	701,073
				

Продолжение таблицы 40.

1	2	3	4	5
3	901,540	585,651	1356,20	881,002
				
4	570,178	370,395	1005,63	653,267
				
5	597,715	388,283	1159,95	753,515
				

На основании полученных графиков возможен анализ показателей напряжения и картины деформации испытываемых образцов.

В первом образце первой группы максимальная сила, при которой происходило разрушение составила 824,420 Н, а максимальное напряжение составило 535,553 МПа, что меньше, чем в первом образце второй группы, где разрушение штифтовой конструкции с конусным каркасом произошло при силе в 1112,81 Н и напряжении в 723,546 МПа.

Во втором образце первой группы максимальная сила, при которой происходило разрушение составила 524,525 Н, а максимальное напряжение составило 373,219 МПа, что меньше, чем во втором образце второй группы, где разрушение штифтовой конструкции с конусным каркасом произошло при силе в 1079,22 Н и напряжении в 701,073 МПа.

В третьем образце первой группы максимальная сила, при которой происходило разрушение составила 901,540 Н, а максимальное напряжение составило 585,651 МПа, что меньше, чем в третьем образце второй группы, где разрушение штифтовой конструкции с конусным каркасом произошло при силе в 1356,20 Н и напряжении в 881,002 МПа.

В четвертом образце первой группы максимальная сила, при которой происходило разрушение составила 570,178 Н, а максимальное напряжение составило 370,395 МПа, что меньше, чем в четвертом образце второй группы, где разрушение штифтовой конструкции с конусным каркасом произошло при силе в 1005,63 Н и напряжении в 653,267 МПа.

В пятом образце первой группы максимальная сила, при которой происходило разрушение составила 597,715 Н, а максимальное напряжение составило 388,283 МПа, что меньше, чем в пятом образце второй группы, где разрушение штифтовой конструкции с конусным каркасом произошло при силе в 1159,95 Н и напряжении в 753,515 МПа.

Следовательно, в образцах зубов с установленным стекловолоконным каркасом момент разрушения регистрировали при нагрузке в диапазоне от

1005,63 до 1356,20 Н, что выше, чем в образцах, с установленным стандартным стекловолоконным штифтом (от 570,178 до 901,540 Н).

В образцах зубов, где штифт укреплен стекловолоконным каркасом, также получили самые высокие показатели предела прочности, зафиксированные в пределах от 653,267 до 881,002 МПа, что превышает полученные показатели стандартного стекловолоконного штифта (от 370,219 до 585,651 МПа).

Средняя сила, при которой происходило разрушение образцов с установленным в них стекловолоконным каркасом 1152,762 Н, стандартного стекловолоконного штифта 693,6756 Н.

Средний предел прочности стекловолоконного штифта с конусным стекловолоконным каркасом 742, 4806 МПа, стандартного стекловолоконного штифта 450,6202 МПа.

Анализируя картину деформаций по оси X, можно заметить, что деформация испытываемых образцов растёт пропорционально увеличению нагрузки. Однако, достигая определенных показателей нагрузки, пропорциональность нарушается. При этом деформация продолжает развиваться, но при постепенном или резком падении нагрузки и завершается разрушением образца [90].

Таким образом, результаты лабораторно-экспериментального исследования показывают, что цифровые показатели максимальной силы, при которой происходило разрушение материала и максимального напряжения – предела прочности стекловолоконных штифтов с конусным стекловолоконным каркасом больше таковых показателей у стандартных стекловолоконных штифтов. Это означает, что новый метод модификации стекловолоконных штифтов конусным стекловолоконным каркасом позволяет улучшить их прочностные характеристики и повысить устойчивость к внешним нагрузкам.

3.3 Результаты электронно-микроскопического исследования

Электронно-микроскопическое исследование проводилось с целью изучения и сравнительного анализа качества обтурации корневого канала с применением стандартного стекловолоконного штифта в сравнении с новой модификации стекловолоконного штифта, укрепленного конусным стекловолоконным каркасом.

Применение сканирующей электронной микроскопии позволило получить сведения о структуре стекловолоконного штифта, композитного цемента и конусного стекловолоконного каркаса в реальном времени [54].

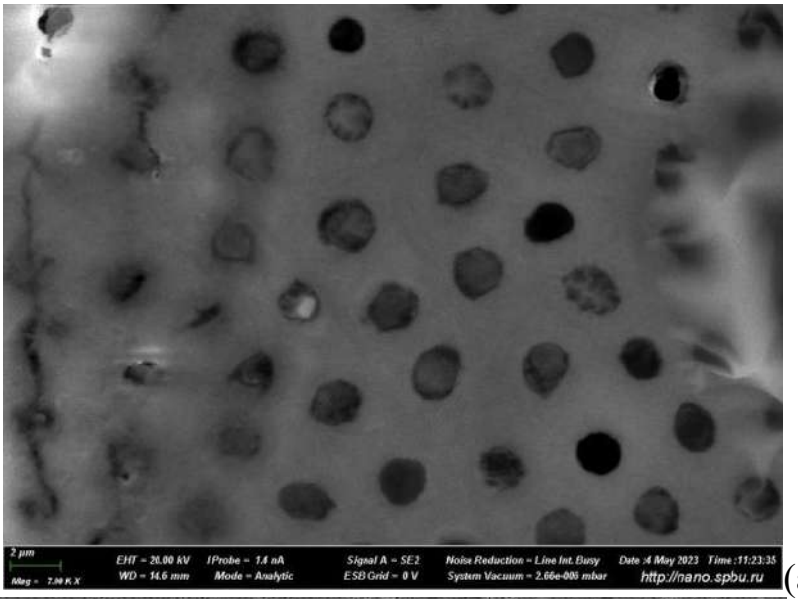
Электронно-микроскопический анализ поверхности образцов проводился с помощью сканирующего электронного микроскопа – «ZeissMerlin». Анализ структуры исследуемой поверхности проводился в программе «SmartSEM®». Для демонстрации информация о свойствах поверхности образцов были сделаны микрофотографии и проведены замеры интересующих областей.

Исследуемые образцы были поделены на 6 групп:

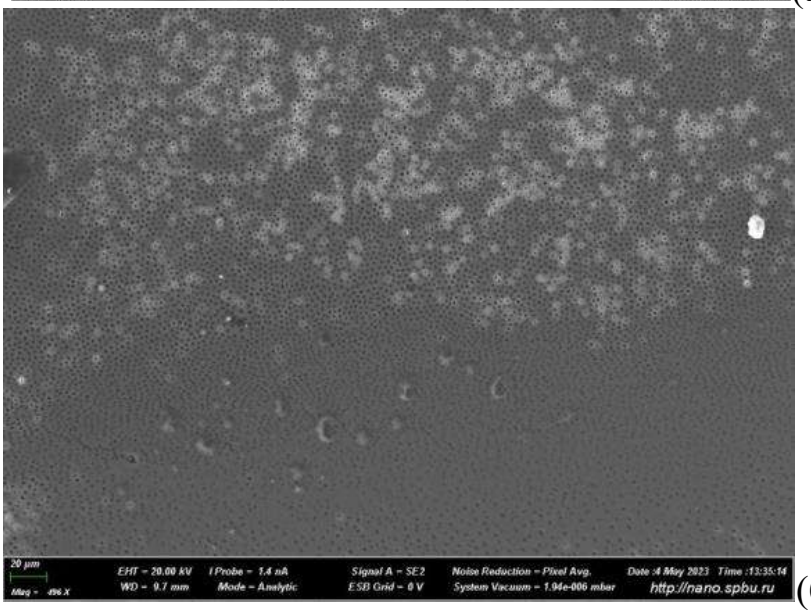
- 1 группа: продольный срез зуба с установленным стандартным стекловолоконным штифтом.
- 2 группа: продольный срез зуба с установленным стекловолоконным штифтом с конусным стекловолоконным каркасом.
- 3 группа поперечный срез зуба с установленным стандартным стекловолоконным штифтом.
- 4 группа поперечный срез зуба с установленным стекловолоконным штифтом с конусным стекловолоконным каркасом.
- 5 группа продольный срез зуба с установленным стандартным стекловолоконным штифтом после проведенного испытания на сдвиг.
- 6 группа продольный срез зуба с установленным стекловолоконным штифтом с конусным стекловолоконным каркасом после проведенного испытания на сдвиг.

В группе №1 и №3 были исследованы образцы зубов с установленным в них стандартным стекловолоконным штифтом в продольном (группа образцов №1) и поперечном (группа образцов №3) распиле.

Сканирующая электронная микроскопия продольных спилов корней зубов со стандартными стекловолоконными штифтами (группа№1) показала, что цемент «Компофикс», проникающий в дентинные трубочки (Рисунок 51), обеспечивает хорошую адгезию как к дентину корневого канала, так и стекловолоконному штифту.



(а)



(б)

Рисунок 51 – СЭМ. Дентинные трубочки при увеличении х7 (а) и при увеличении х496 (б)

Цемент равномерно заполняет корневой канал на всем его протяжении.

При большом увеличении виден гибридный слой между цементом и дентином корня, толщина которого варьирует от 1,6 до 1,8 μm (Рисунок 52). В цементном слое прослеживаются единичные микропоры.

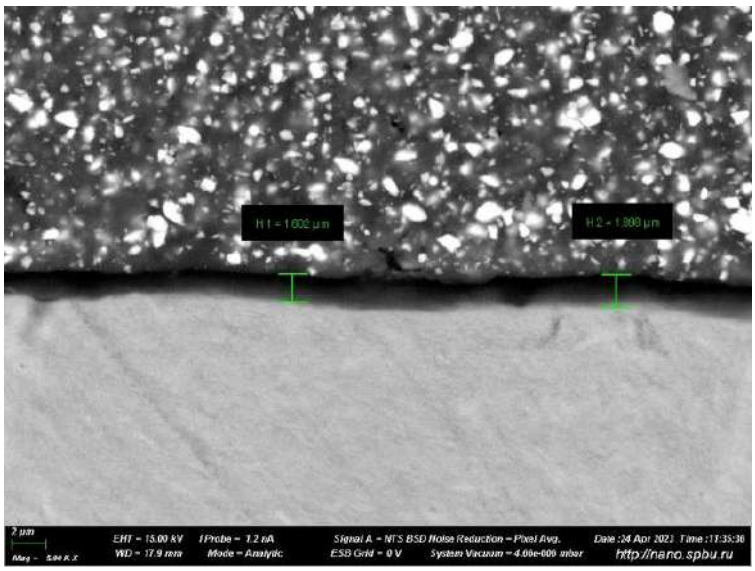


Рисунок 52 – СЭМ. Гибридный слой

На микрофотографиях видна однонаправленность стекловолокон штифта, располагающихся продольно и соответствующих оси зуба. Просветы между волокнами равномерно заполняет композитная матрица (Рисунок 53). Диаметр стекловолокна 8,7 μm (Рисунок 54).

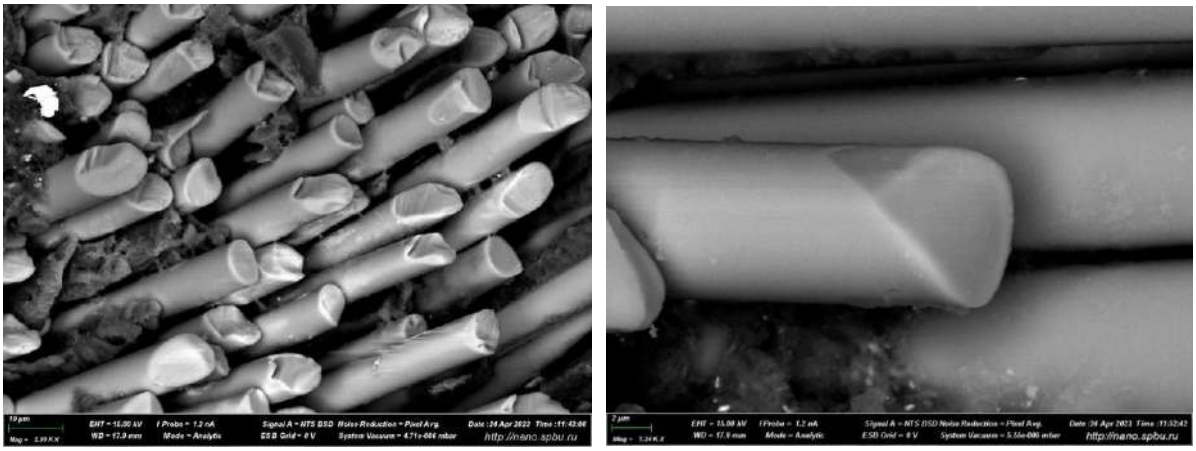


Рисунок 53 – СЭМ. Волокна стандартного стекловолоконного штифта

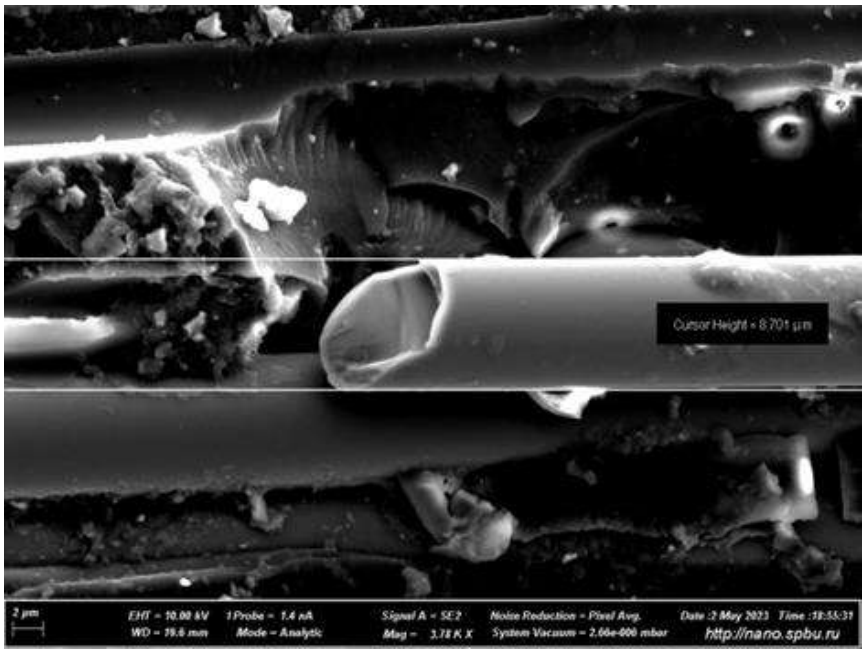


Рисунок 54 – СЭМ. Диаметр стекловолокна в стандартном стекловолоконном штифте

На микрофотографиях поперечных распилов образцов группы №3 также видно, что стандартный стекловолоконный штифт установлен в центре корневого канала и равномерно окружен слоем композитного цемента, плотно заполняющим просвет корневого канала (Рисунок 55).

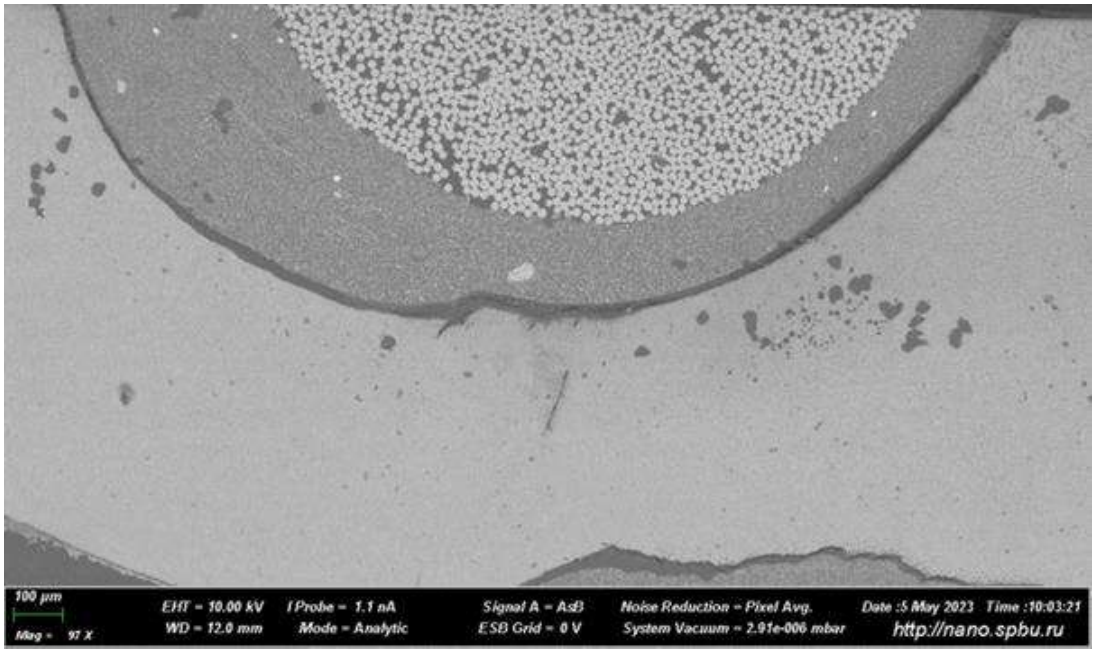


Рисунок 55 – СЭМ. Поперечный распил образца с установленным в нем стандартным стекловолоконным штифтом

Четко видна граница штифт – цемент (Рисунок 56). На границе цемент-дентин прослеживается гибридный слой. В толще цементного слоя прослеживаются единичные микропоры.

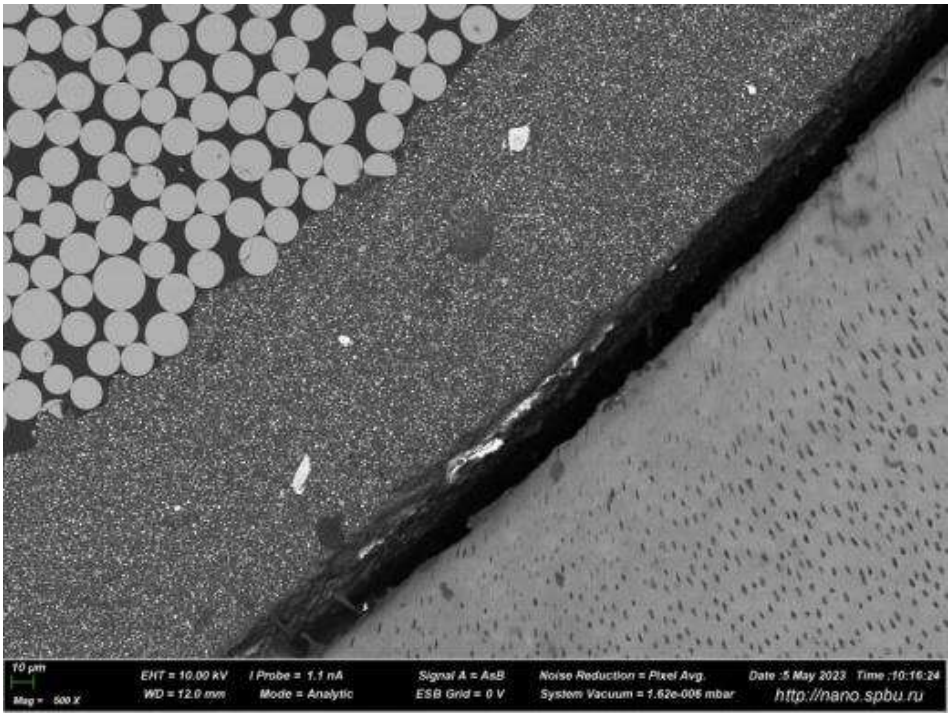


Рисунок 56 – СЭМ. Граница стандартный стекловолоконный штифт – цемент – дентин

В группе №2 и №4 были исследованы образцы зубов с установленным в них стекловолоконным штифтом с конусным стекловолоконным каркасом в продольном (группа образцов №2) и поперечном (группа образцов №4) распиле.

Электронная микроскопия образцов зубов продемонстрировала, что конусный стекловолоконный каркас точно соответствует форме корневого канала и плотное заполняет пространства между основным стандартным стекловолоконным штифтом и дентином корня (Рисунок 57).

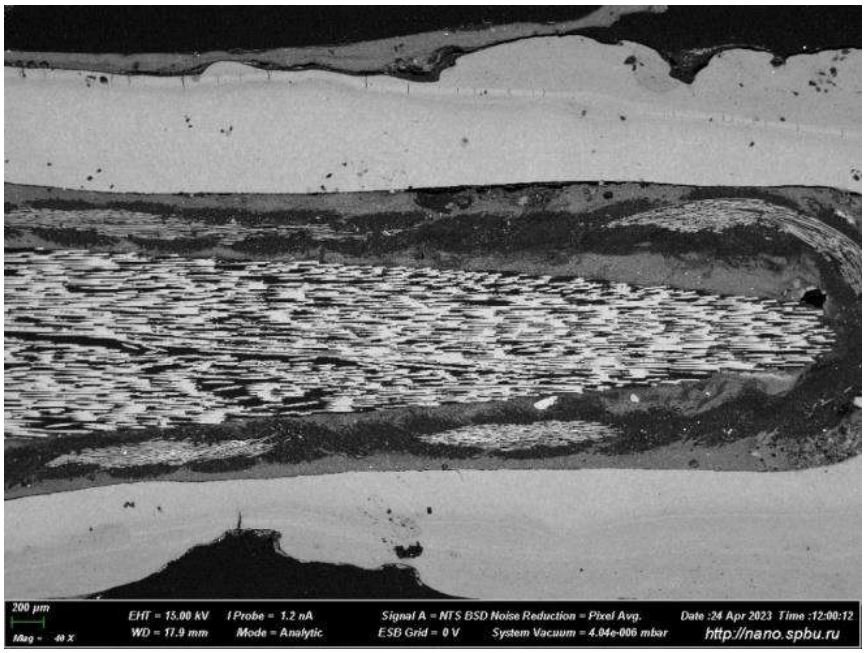


Рисунок 57 – СЭМ. Продольный распил образца с установленным в нем стекловолоконным штифтом с конусным стекловолоконным каркасом

На микрофотографиях отмечается равномерное плотное заполнение корневого канала цементом, полностью пропитывающим стекловолоконный каркас (Рисунок 58).

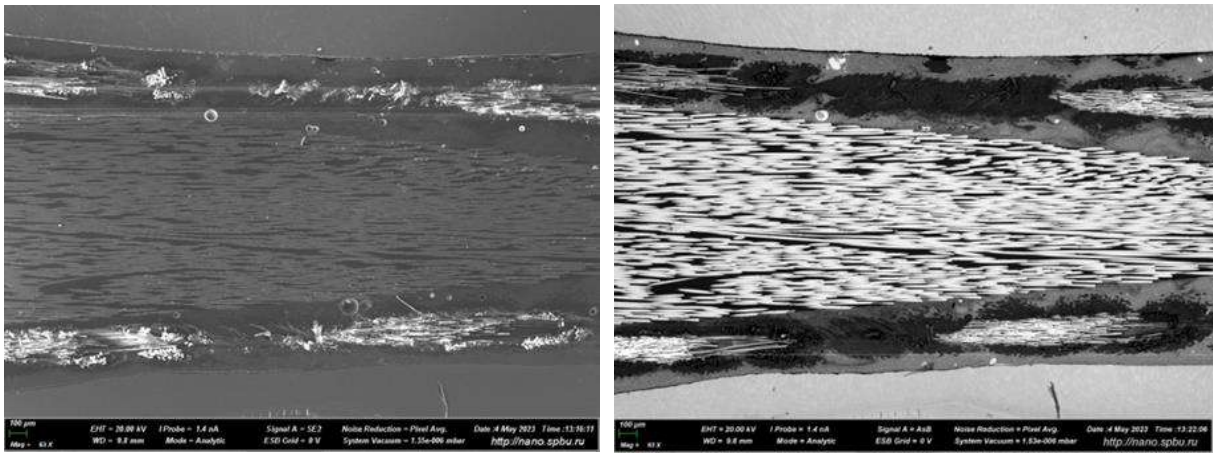
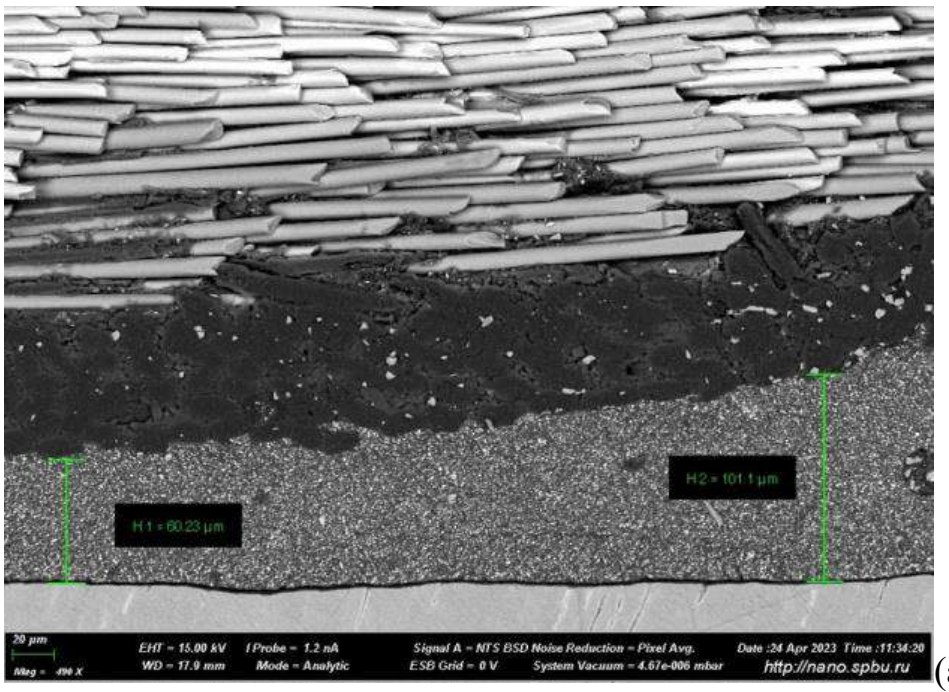


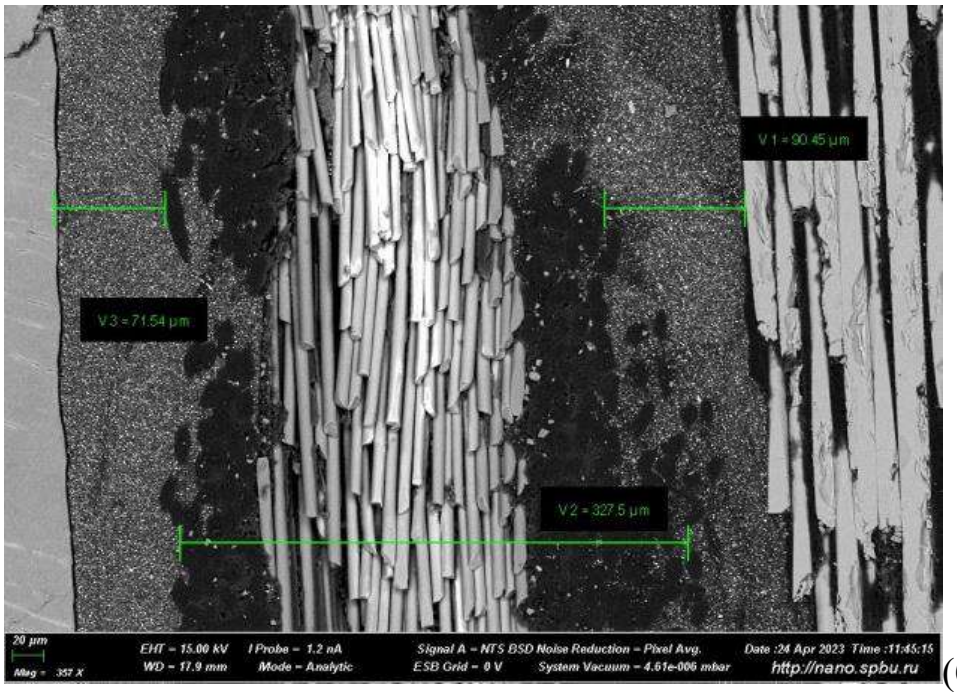
Рисунок 58 – СЭМ. Образец с установленным в нем стекловолоконным штифтом с конусным стекловолоконным каркасом, пропитанным композитным цементом

Толщина цементной прослойки между дентином корня и волокнами стекловолоконного каркаса варьирует в пределах от 60,23 до 101,1 µm, а между

основным стекловолоконным штифтом и каркасом от 90,45 до 120,3μm (Рисунок 59).



(а)



(б)

Рисунок 59 – СЭМ. Толщина цементной прослойки между дентином корня и стекловолоконным каркасом (а), и стекловолоконным каркасом и основным стекловолоконным штифтом (б)

Стандартный стекловолоконный штифт представлен продольно располагающимися однонаправленными волокнами. Конусный

стекловолоконный каркас представлен переплетающимися под разными углами и проходящими в разных направлениях волокнами (Рисунок 60).

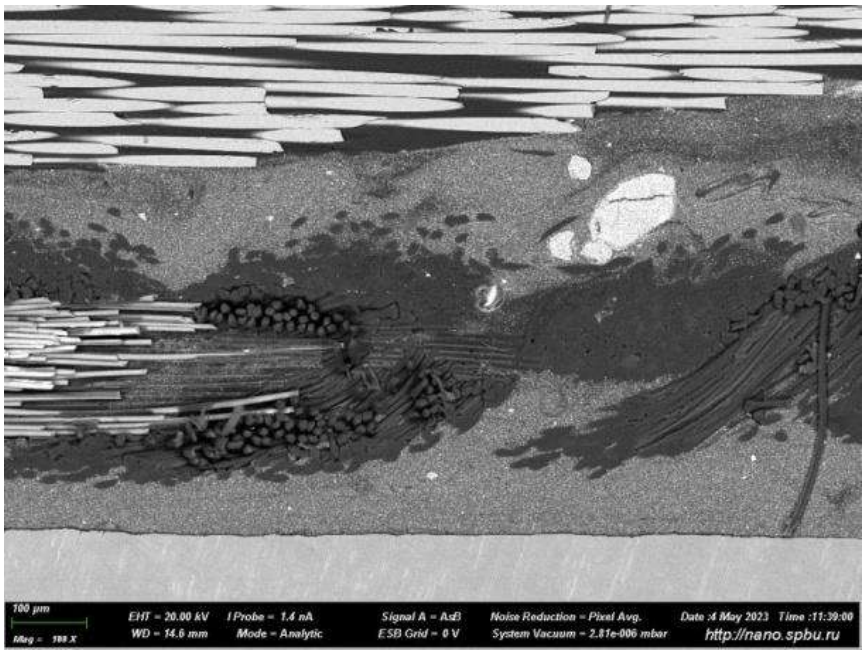


Рисунок 60 – СЭМ. Разнонаправленный ход волокон стекловолоконного каркаса, соединенный нитями полиэфирного материала

При малом увеличении можно наблюдать структуру конусного стекловолоконного каркаса, представленную параллельно идущими скелетными однонаправленными волокнами, которые связаны переплетениями и узлами полиэфирных волокон (Рисунок 61).

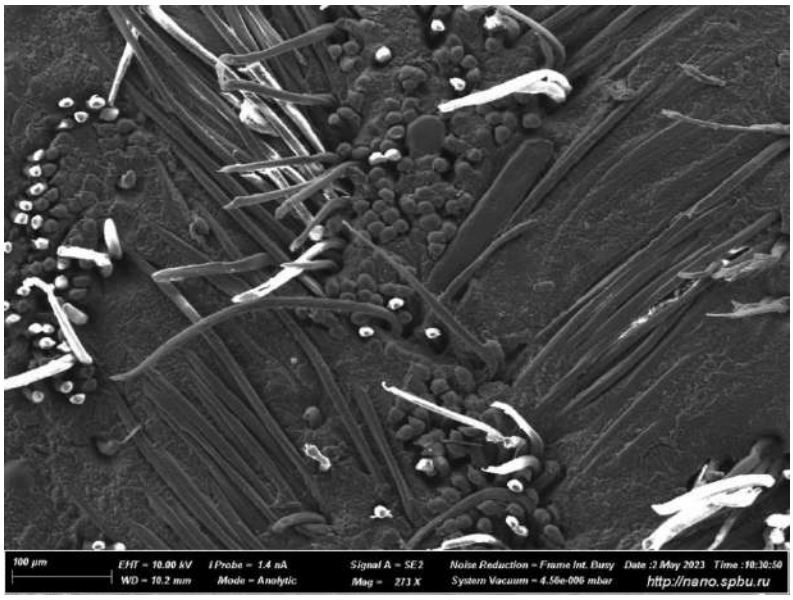


Рисунок 61 – СЭМ. Структура конусного стекловолоконного каркаса

Композитный цемент двойного отверждения «Компофикс» также обеспечивает качественную адгезию к дентину корневого канала, хорошо проникая в дентинные канальцы стенок, и к стекловолоконному штифту. При большом увеличении виден гибридный слой между цементом и дентином корня. В корневом канале четко прослеживается граница штифт – цемент. В толще цемента имеются единичные микропоры.

При исследовании поперечного распила образцов группы № 4 (Рисунок 62) на микрофотографиях хорошо визуализируется основной стандартный штифт, установленный в центре корневого канала и позиционированные вокруг него скелетные штифты конусного каркаса, соединенные переплетениями полиэфирных волокон.

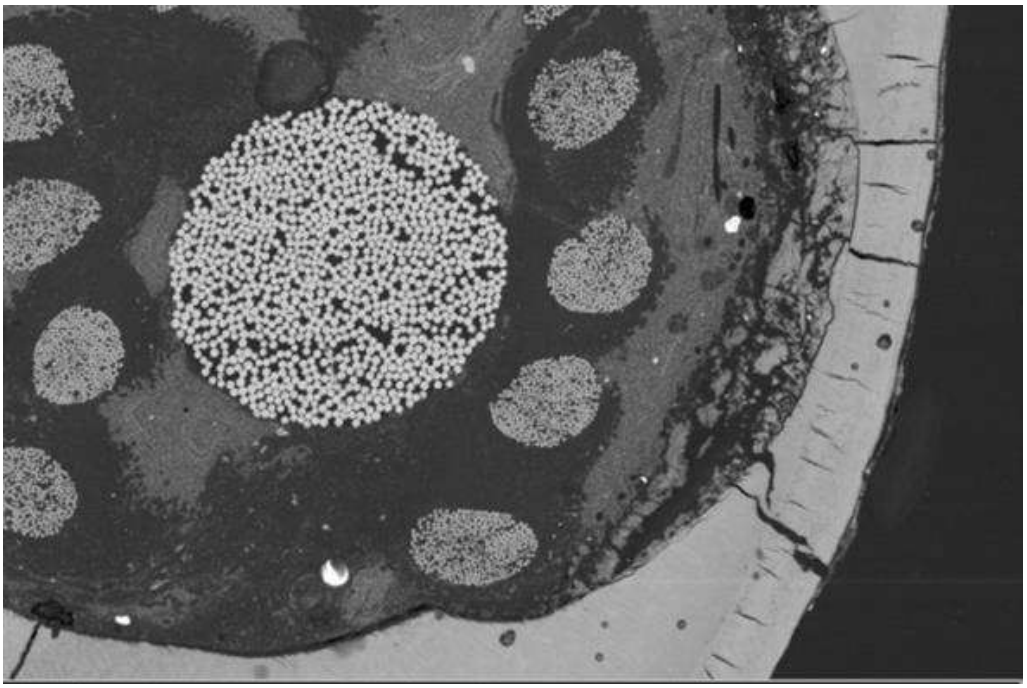


Рисунок 62 – СЭМ. Поперечный распил образца с установленным в нем стекловолоконным штифтом с конусным стекловолоконным каркасом

На микрофотографиях хорошо прослеживается граница соединения стандартного стекловолоконного штифта и цемента, а также степень пропитывание стекловолоконной ленты композитным цементом. Композитный цемент равномерно и плотно заполняет корневой канал.

Диаметр скелетных штифтов варьирует в пределах 163,1 – 164 µm (Рисунок 63).

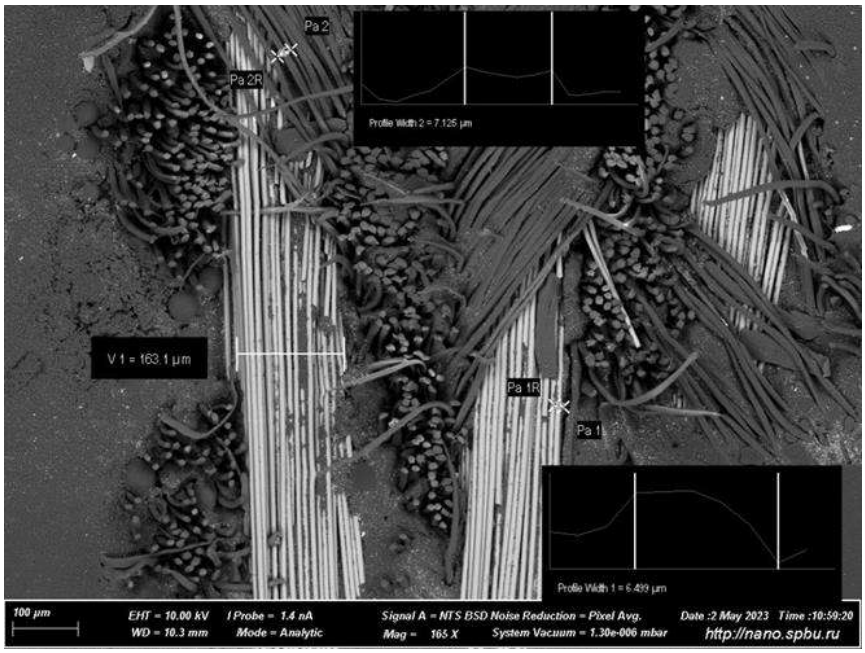


Рисунок 63 – СЭМ. Диаметр скелетных штифтов

Диаметр волокон в основном штифте варьирует в пределах от 12,79 до 18,27 µm (Рисунок 64).

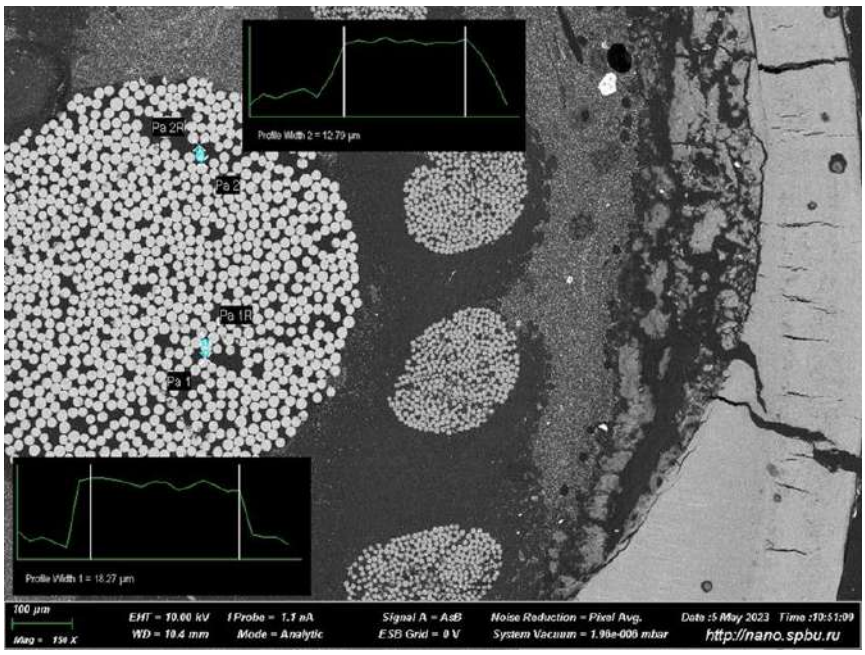


Рисунок 64 – Диаметр волокон в основном стандартном стекловолоконном штифте

Диаметр волокон в стекловолоконном каркасе варьирует в пределах 6,499 до 9,045 µm (Рисунок 65).

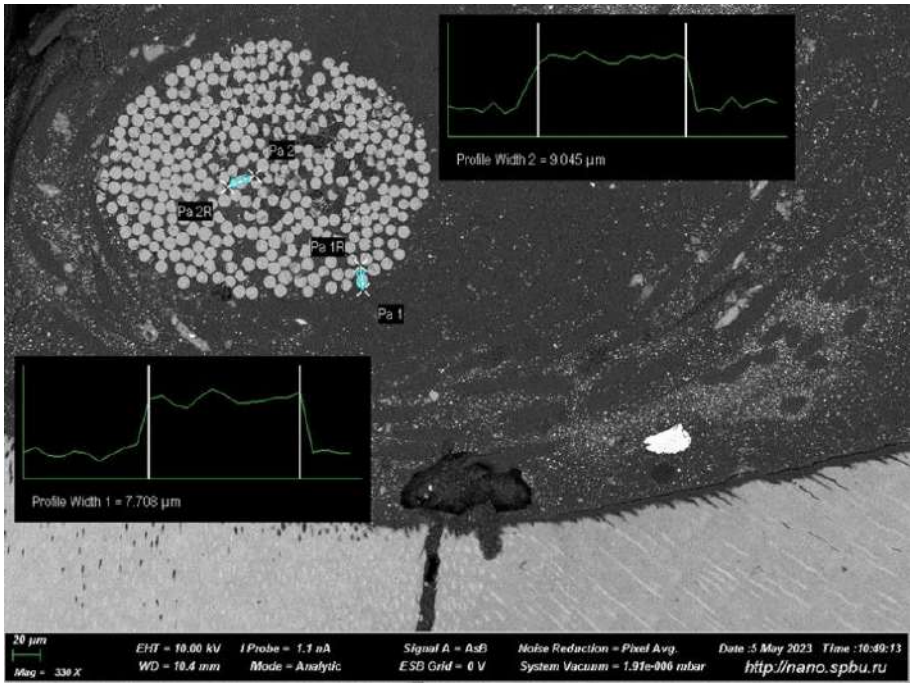


Рисунок 65 – Диаметр волокон в стекловолоконном каркасе

В группе образцов №5 были исследованы образцы зубов с установленным в них стандартным стекловолоконным штифтом в продольном распиле после проведенного лабораторно-экспериментального исследования на сдвиг.

При анализе микрофотографий регистрируется множество дефектов в толще цемента в виде трещин, продольных борозд, углублений и уступов (Рисунок 66).

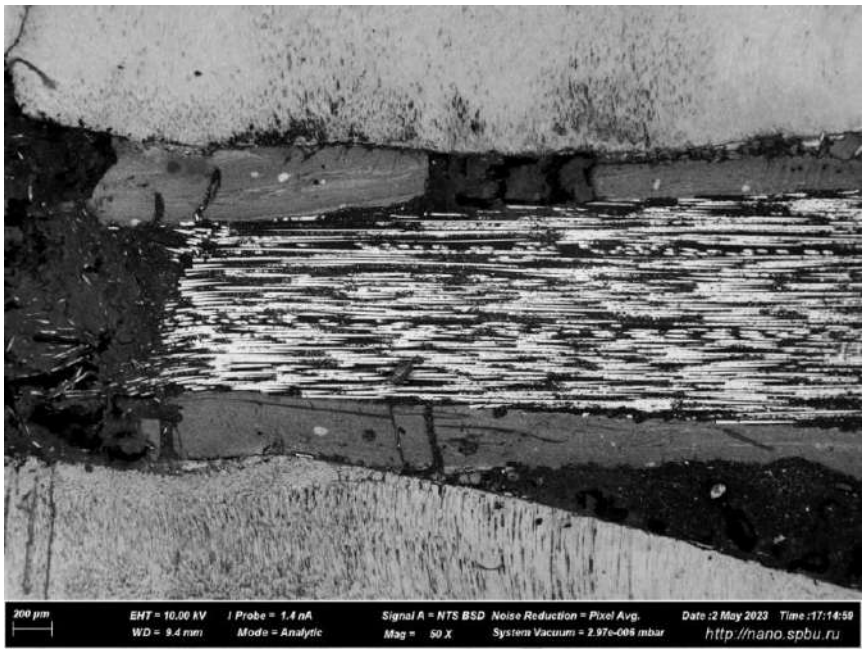


Рисунок 66 – СЭМ. Дефекты в толще композитного цемента

Регистрируются разрушения соединения штифт-цемент, на поверхности штифта явно прослеживаются фрагменты композитного цемента (Рисунок 67).

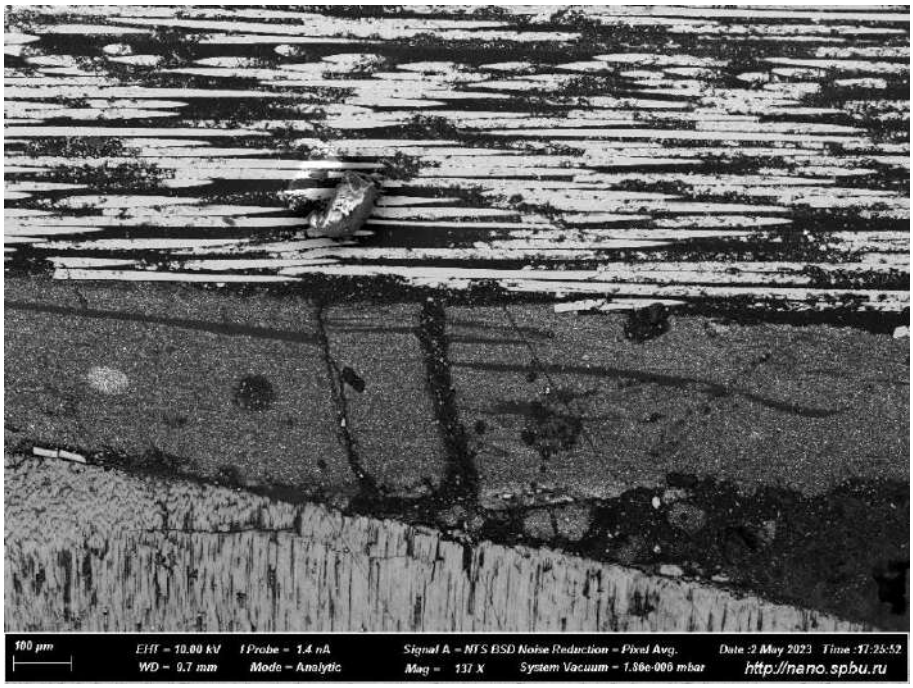
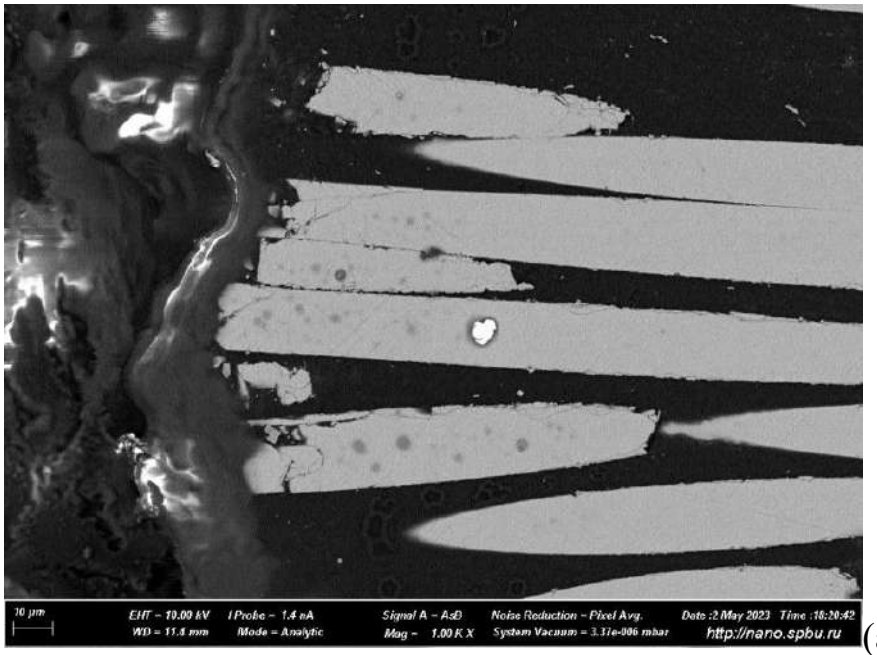


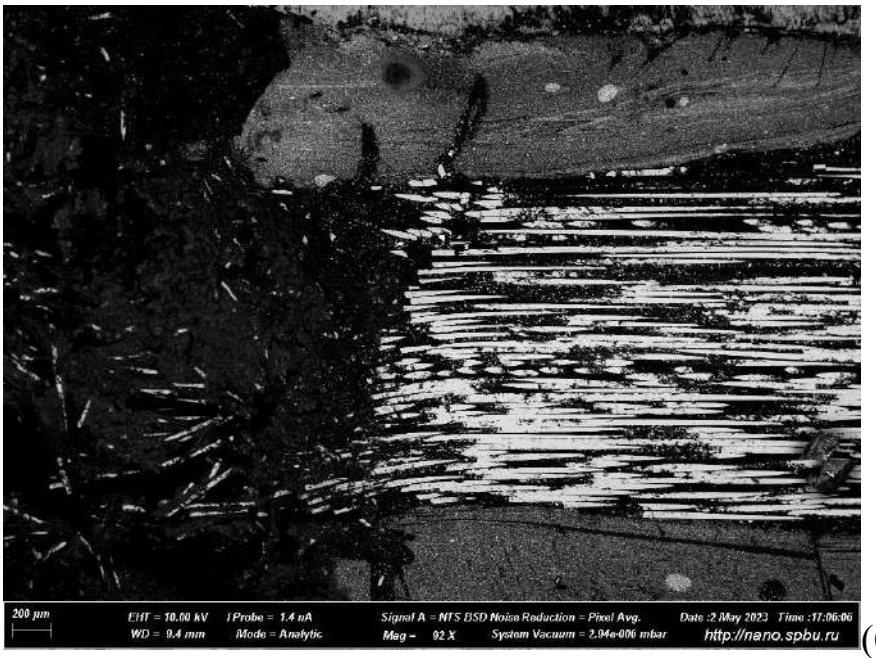
Рисунок 67 – Фрагменты фиксирующего цемента на поверхности стекловолоконного штифта

Также наблюдается повреждение и поломка волокон штифта, отшелушивание его поверхности, появление участков откола и каверн фиксирующего цемента (Рисунок 68).

В группе образцов №6 были исследованы образцы зубов с установленными в них стекловолоконными штифтами с конусным стекловолоконным каркасом в продольном распиле после проведенного лабораторно-экспериментального исследования на сдвиг.



(а)



(б)

Рисунок 68 – СЭМ. Повреждение и поломка волокон стекловолоконного штифта при увеличении х1,00 К (а) и при увеличении х92 (б) у образцов с установленным в них стандартным стекловолоконным штифтом

Анализ образцов группы №6 показал также наличие большого количества трещин, борозд и углублений в толще цемента, разрушения соединения штифт-цемент, повреждения волокон штифта, отшелушивание его поверхности, наличие остатков фиксирующего материала на поверхности штифта (Рисунок 69).

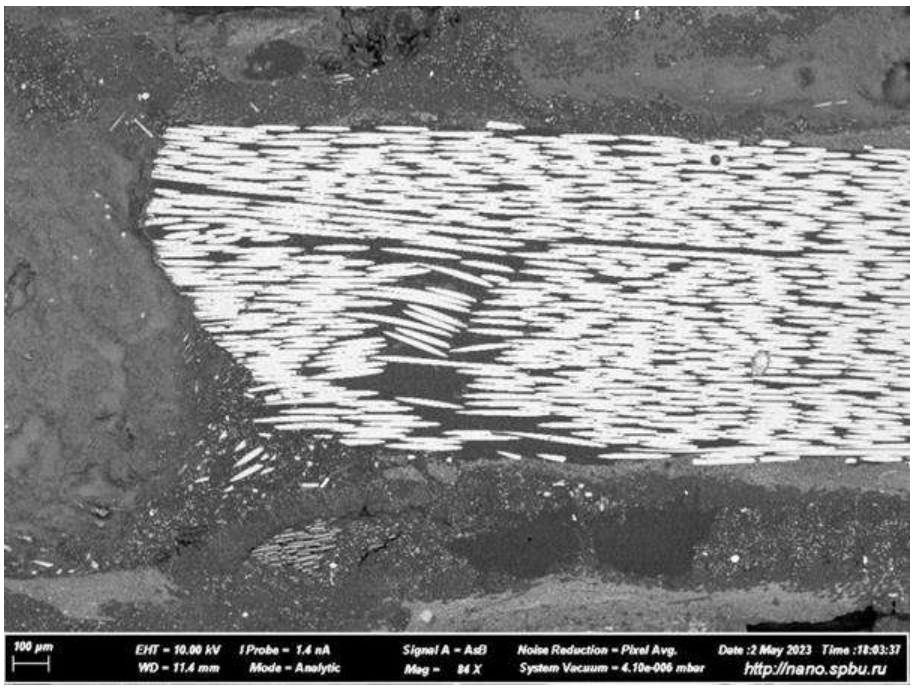


Рисунок 69 – СЭМ. Повреждение и поломка волокон стекловолоконного штифта у образцов с установленным в них стекловолоконным штифтом с конусным стекловолоконным каркасом.

На стенках корневого канала можно заметить волокна конусного стекловолоконного каркаса оставшийся лишь с небольшими дефектами его плетения, пропитанный фиксирующим цементом (Рисунок 70).

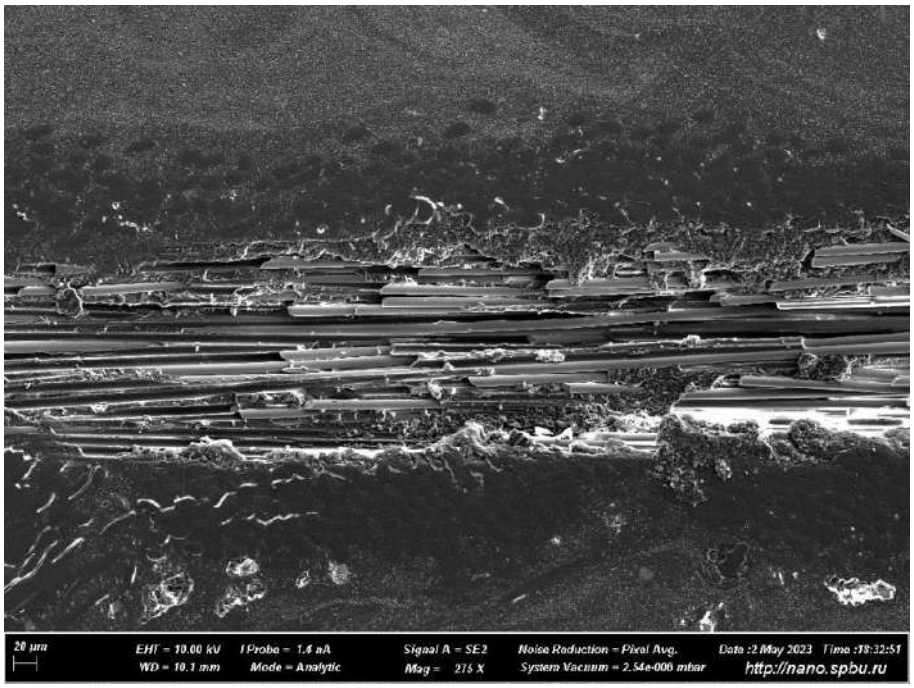


Рисунок 70 – СЭМ. Дефекты конусного стекловолоконного каркаса

Результаты сканирующей электронной микроскопии продемонстрировали эффективность предложенной нами модификации стекловолоконных штифтов конусным каркасом. Анализ полученных микрофотографий показал, что обтурация корневого канала у образцов зубов группы №1 и №2 достигается за счет толстой прослойки фиксирующего цемента. У образцов зубов группы №3 и №4 обтурация корневого канала более плотная, что достигается за счет соответствия стекловолоконного каркаса форме корневого канала и меньшей толщины цементной прослойки. Однако после проведенных испытаний на сдвиг на микрофотографиях образцов можно заметить сдвиг и поломку стекловолоконного штифта при лишь незначительном дефекте конусного каркаса, что свидетельствует о его качественной адгезии к стенкам корневого канала и повышенной устойчивости к нагрузкам.

Таким образом, проведенные сравнительные лабораторные и электронно-микроскопические исследования образцов показали, что модификация стекловолоконного штифта конусным каркасом привела к повышению прочностных характеристик, формируя монолитную конструкцию, соответствующую форме корневого канала.

ГЛАВА 4. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ С НОВОЙ МОДИФИКАЦИЕЙ СТЕКЛОВОЛОКОННЫХ ШТИФТОВ

Совершенствование новых технологий и появление на рынке стоматологической продукции новых материалов и методик позволило приблизиться к решению одной из основных задач современной стоматологии по максимальному сохранению здоровых тканей зуба.

Учитывая это, нами разработана и исследована новая модификация стекловолоконного штифта с конусным стекловолоконным каркасом. Концепция предложенной нами конструкции направлена на максимальное сохранение здоровых тканей зуба, сокращение клинико-лабораторных этапов, сроков лечения пациента, и увеличение прочности стекловолоконной штифтовой конструкции. Данный метод может быть применен при восстановлении резцов и премоляров с хорошо проходимыми каналами.

Демонстрация работы с помощью метода, предложенного нами, проводилась на удаленных зубах (группа резцы, премоляры) (Рисунок 71).

Рисунок 71. Удаленные зубы (группа резцы, премоляры), необходимые для проведения исследования

Проводимая работа включала следующие этапы:

1) Подготовка корневого канал:

a) Удаление пломбировочного материала из устья корневого канала с помощью шаровидного бора.

b) Распломбировка корневого канала с помощью специальной калибровочной развертки (ДК-1.44-8.40; ООО «ФОРМА»), соответствующей диаметру стандартного стекловолоконного штифта. Для лучшей визуализации пломбировочного материала и правильного выбора направления сверла, внутрь корневого канала направляют луч света, отражаемый стоматологическим зеркалом (Рисунок 72, 73).

Рисунок 72. Угловой наконечник с установленным калибровочным бором

Рисунок 73.Образцы зубов с подготовленными корневыми каналами

c) Промывание корневого канала струей дистиллированной воды из стоматологического пустера или эндошприца и высушивание струей воздуха.

2) Подготовка шприца композитного цемента двойного отверждение «Компофикс автомикс» *(Рисунок 74):*

a) Снятие защитного колпачка с дозатора двойного шприца.

b) Выдавливание небольшого количества материала из шприца для контроля равномерности выхода основной и каталитической пасты.

c) Установка насадки – миксера на двойной шприц.

Рисунок 74. Композитный цемента двойного отверждение «Компофикс автомикс»

3) Подготовка стекловолоконной ленты «Армосплинт»

a) Измерение длины распломбированной части корневого канала при помощи ручного эндодонтического инструмента Machtou-Plugger 3-4 (диаметр 0,8 мм и 1,0 мм, VDW) (Рисунок 75).

b) Подготовка отрезков стандартной стекловолоконной ленты высокомодульного плетения «Армосплинт» (90.0/ширина 2.0/толщина 0.25 мм; АО «ОЭЗ «ВладМиВа») длиной равной двойной длине распломбированной части корневого канала (определенной с помощью эндодонтического инструмента Machtou-Plugger 3-4) (Рисунок 76).

(а)

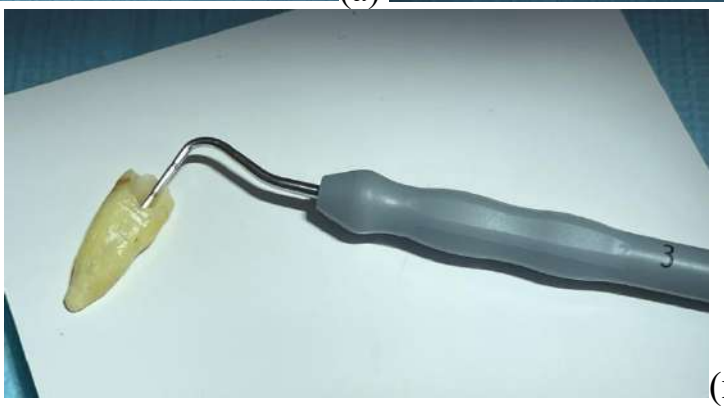
(б)

(в)

Рисунок 75 (а, б, в). Ручной эндодонтический инструмент Machtou-Plugger 3-4

(а)

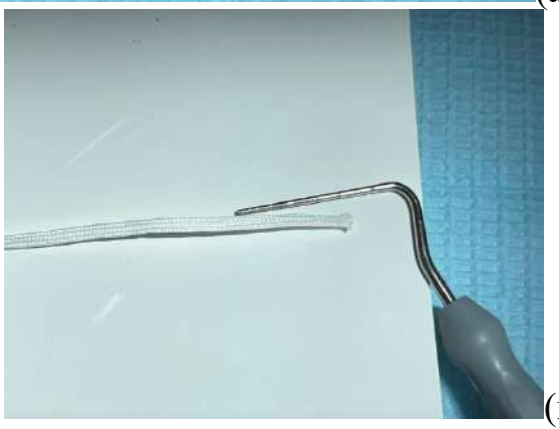
(б)

(в)

Рисунок 76 (а, б, в). Подготовка отрезков стандартной стекловолоконной ленты «Армосплинт»

c) Пропитывание отрезков стекловолоконной ленты жидкостью для смачивания из комплекта «Армосплинт» на чистой стеклянной поверхности или блокноте для смешивания (Рисунок 77).

Рисунок 77. Пропитывание отрезков стекловолоконной ленты жидкостью для смачивания из комплекта «Армосплинт»

4) Подготовка стандартного стекловолоконного штифта *(S2 – 125/17; ООО «ФОРМА»; длиной 17 мм и диаметром 1,4 мм) (Рисунок 78)*

a) Обезжиривание 98% раствором этилового спирта, ацетоном или «Ангидрином».
b) Нанесение силана в течение 15 секунд.
c) Высушивание поверхности.
d) Нанесение адгезива на поверхность штифта.
e) Фотополимеризация в течение 20 секунд

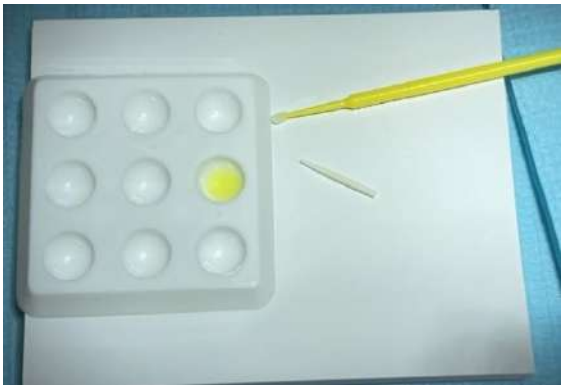


Рисунок 78. Подготовка стандартного стекловолоконного штифта

5) Подготовка поверхности корневого канала (продолжение подготовки корневого канала)

a) Нанесение геля 37% ортофосфорной кислоты на 15 секунд с помощью аппликатора (Рисунок 79).

Рисунок 79. Нанесение геля 37% ортофосфорной кислоты

b) Промывание протравленной поверхности дистиллированной водой из эндошприца или стоматологического пустера.

c) Тщательное высушивание воздухом и бумажными пинами (Рисунок 80).

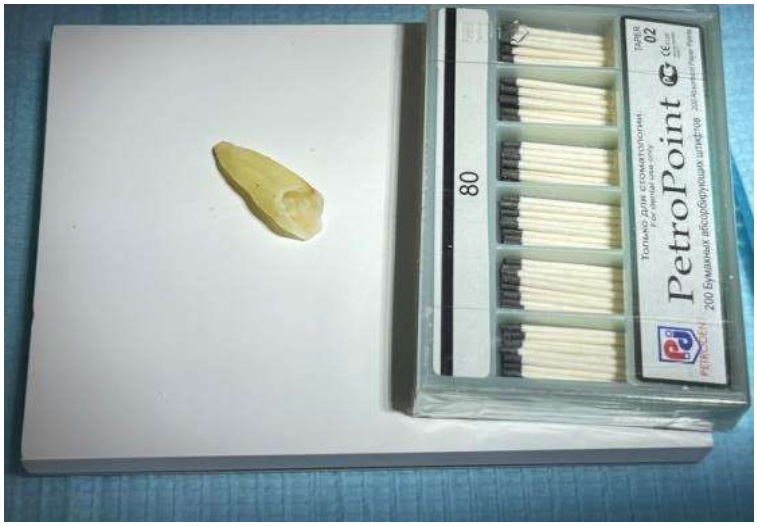


Рисунок 80. Бумажные пины для высушивания корневого канала

d) Нанесение праймера из комплекта «Компофикс» на подготовленную поверхность зуба и корневого канала с помощью аппликатора (оставляют на 20 секунд) (Рисунок 81).

Рисунок 81. Нанесение праймера из комплекта «Компофикс»

e) Нанесение адгезива из комплекта «Компофикс» с помощью аппликатора, равномерное распределение по поверхности воздухом, фотополимеризация в течение 20 секунд (Рисунок 82).

(а)

(б)

Рисунок 82 (а, б). Нанесение адгезива из комплекта «Компофикс»

6) Фиксация стекловолоконной ленты и стекловолоконного штифта в корневом канале

a) Внесение в корневой канал отрезка стекловолоконной ленты с помощью пинцета.

b) Позиционирование и уплотнение ленты с помощью ручного эндодонтического инструмента Machtou-Plugger 3-4 (диаметр 0,8 мм и 1,0 мм, VDW) (Рисунок 83).

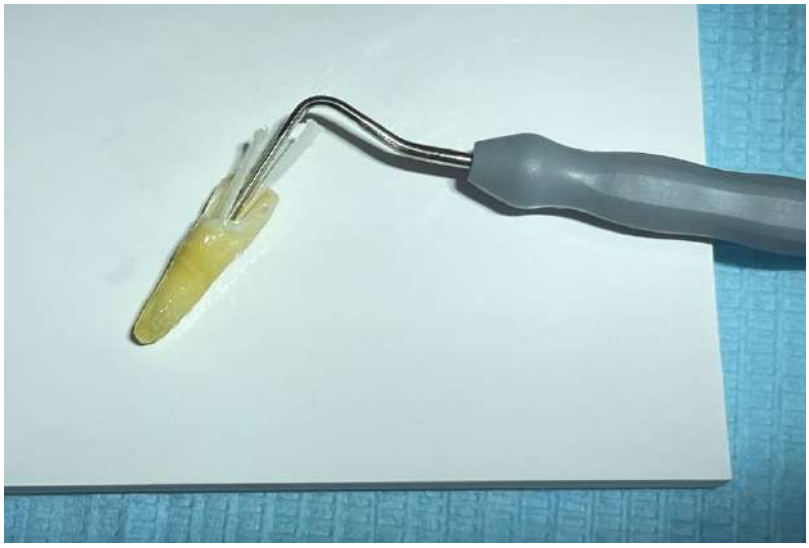


Рисунок 83. Позиционирование и уплотнение ленты с помощью Machtou-Plugger

c) Внесение цемента двойного отверждения «Компофикс автомикс» в корневой канал с помощью специальной насадки (Рисунок 84).

Рисунок 84. Внесение цемента двойного отверждения «Компофикс автомикс»

d) Введение стекловолоконного штифта в корневой канал (Рисунок 85).

e) Фотополимеризация в течение 40 секунд (Рисунок 86).

f) Формирование культевой части из выступающей части стекловолоконного штифта, композитного цемента и наружных свободных концов стекловолоконной ленты (Рисунок 87).

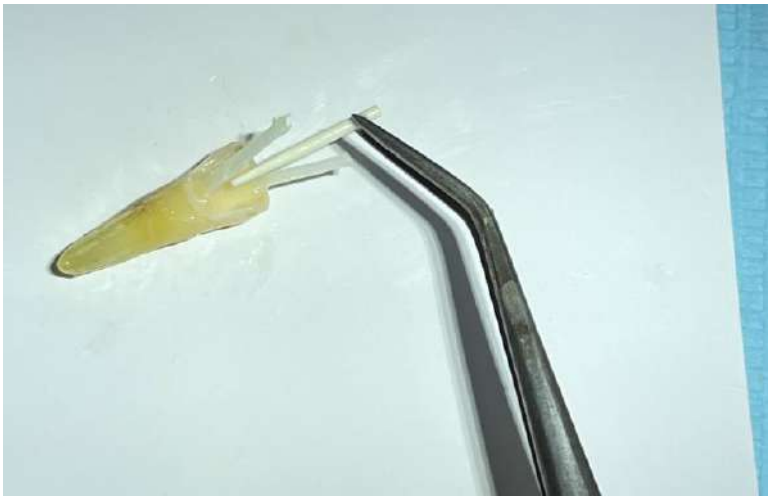
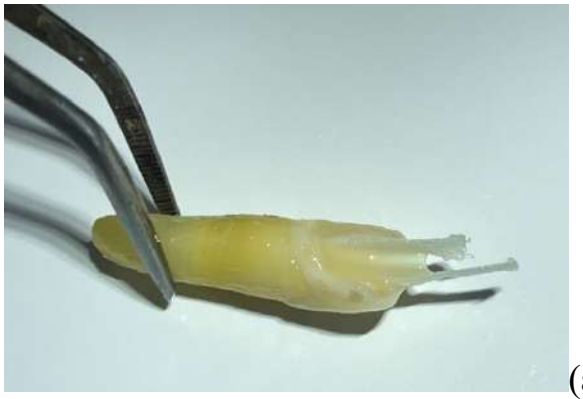


Рисунок 85. Введение стекловолоконного штифта в корневой канал

Рисунок 86. Процесс фотополимеризации


(а)

(б)

Рисунок 87 (а, б). Формирование культевой части (build-up)

g) Фотополимеризация в течение 40 секунд.
h) Срезание выступающих концов штифта и ленты с помощью турбинного наконечника и бора (Рисунок 88).

(а)

(б)

Рисунок 88 (а, б). Срезание выступающих концов штифта и ленты

Таким образом, в данной главе приводится подробное описание особенностей подготовки корневого канала, стекловолоконного штифта и конусного каркаса – стекловолоконной ленты при восстановлении разрушенных зубов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Одним из наиболее частых осложнений кариеса сегодня является разрушения коронковой части зуба. Современные исследования предлагают разнообразное количество методов и вариантов конструкций, имеющих свои преимущества и недостатки [27]. Однако, несмотря на значительные достижения в этой области, количество осложнений все еще остается достаточно высоким. Исходя из этого, очевидным является необходимость разработка новых или усовершенствования существующих методов для качественного восстановления разрушенных естественных коронок зубов, что позволит достигнуть хороших отдаленных результатов и вызвать наименьшее количество осложнений.

Стоматология в наши дни предлагает множество вариантов конструкций для восстановления, среди которых наиболее популярными являются культевые штифтовые вкладки и стекловолоконные штифты.

Культевые штифтовые вкладки имеют ряд преимуществ, благодаря которым стали широко применяться в ортопедической стоматологии: доступность, индивидуальное изготовление и моделировка штифта по форме корневого канала, механическая прочность [63].

Наряду с положительными свойствами металлические вкладки имеют и существенные недостатки: низкая эстетика, высокий модуль эластичности (100-180 GПа) способствующий возникновению чрезмерного напряжения в корне зуба, необходимость лабораторного этапа, усадка материалов на всех клинико-лабораторных этапах.

В отечественных и зарубежных источниках описано немалое количество осложнений, возникающих после протезирования зубов культевыми штифтовыми вкладками [122]:

- нарушение фиксации вкладки из-за ее неточного соответствия ее форме корневого канала;

- перелом корня зуба, связанный с высоким модулем упругости металлов в сравнении с дентином;
- аллергические реакции на металлы (жжение и металлический привкус в полости рта, обильное слюноотделение, нарушение вкусовой чувствительности).

Кроме культевых штифтовых вкладок современная стоматология также предлагает восстановление коронковой части зуба с помощью стандартного стекловолоконного штифта, который также имеет свои преимущества, недостатки и связанные с ними осложнения [162].

Преимущества:

- модуль эластичности СВШ близок к дентину;
- возможность адгезивного соединения с дентином, позволяющая создать единый комплекс штифт-композитный цемент-дентин, который равномерно распределяет жевательное давление [38];
- светопроводность и прозрачность, что обуславливают возможность светоотверждения и высокую эстетику;
- одноэтапность использования.

Недостатки:

- ограниченность применения штифтов (из-за риска перелома СВШ) в зубах с широкими корневыми каналами, каналами с выраженной конусностью из-за несоответствия штифта форме корневого канала [43];
- ограниченность применения (из-за риска перелома СВШ) в случае большого объема разрушения коронковой части зуба и необходимости дальнейшего восстановления зуба коронкой из металлических сплавов;
- полимеризационная усадка композитных цементов [146].

В современной стоматологии постоянно ведется поиск новых методов и материалов для восстановления разрушенной части зубов [32].

С целью уменьшения осложнений, обеспечения новых технических характеристик и повышение эффективности лечения пациентов нами была предложена модификация стекловолоконного штифта конусным стекловолоконным каркасом.

Для решения первой задачи настоящего исследования мы проанализировали распространенность применения штифтовых конструкций у пациентов с отсутствующими клиническими коронками зубов. Для этого было проведено анкетирование- врачей стоматологов и проведен анализ данных амбулаторных карт ортопедического и терапевтического отделе СПб ГБУ «Стоматологическая поликлиника №12» за 2019-2022 гг.

Статистическое исследование позволило обработать, структурировать полученные данные, а также помогло получить объективные результаты и установить закономерности.

Анализ данных медицинской документации показал, что самой часто применяемой конструкцией для восстановления разрушенной коронковой части зуба в период с 2019 по 2022 годы стали культевые штифтовые вкладки. Наиболее часто изготавливаемыми культевыми штифтовыми вкладками были однокорневые, доля которых составила 85,4% от общего числа всех изготовленных вкладок. Доля многокорневых вкладок составила 14,6% от общего числа всех изготовленных вкладок.

Общее количество пациентов, обратившихся в ортопедическое отделение, составило 7579 человек. Было изготовлено 6147 культевых штифтовых вкладок, доля которых составила 94,26% от общего числа всех изготовленных штифтовых конструкций.

Анкетирование врачей-стоматологов продемонстрировало, в свою очередь, популярность обоих методик. Однако прослеживается четкая зависимость специализацией врача, его местом работы и изготавливаемой конструкцией.

Количественное превосходство применяемых культевых штифтовых вкладок над стекловолоконными штифтами (СВШ) можно объяснить личной

приверженностью врачей к этому методу, а также существующими реальными осложнениями, связанными со стекловолоконными штифтами.

Для решения других поставленных задач были проведены специальные методы исследования, которые включали лабораторно-экспериментальное исследование предела прочности исследуемой конструкции методом сжатия (при сдвиге в вертикальном направлении) и электронно-микроскопическое исследование.

Лабораторно-экспериментальное исследование проводилось для изучения прочностных характеристик новой модификации стекловолоконного штифта в сравнении с существующим стандартным стекловолоконным штифтом.

Для проведения исследования образцы были поделены на 2 группы (всего 20 образцов):

- первая группа: зубы с установленными в них стандартными стекловолоконными штифтами;
- вторая группа: зубы с установленными в них стекловолоконными штифтами с конусным стекловолоконным каркасом, представленным стекловолоконной лентой «Армосплинт».

Полученные образцы зубов были залиты в специальные формы и распилены соответственно длине стандартного штифта таким образом, чтобы при вертикальной нагрузке на штифт имелась возможность для его выхода.

В ходе исследования были изучены физико-механические свойства (предел прочности или максимальное напряжение) стекловолоконного штифта с конусным стекловолоконным каркасом и стандартного стекловолоконного штифта при сдвиге в вертикальном направлении до начала заметного разрушения соединения цемент-штифт.

Испытание проводили на кафедре «Инновационных технологий композитных наноматериалов» СПбГУ (Санкт-Петербург) с использованием универсальной испытательной машины – «ShimadzuAG-Xplus» методом сжатия (сдвига в вертикальном направлении) при скорости смещения пресса 2 mm/min.

Превращение нагрузки на образцы происходило с 0 Н, постепенно возрастая до момента начала разрушения стекловолоконного штифта.

В ходе экспериментального исследования с помощью специальной программы «TrapeziumX» были зафиксированы показатели максимального напряжения и максимальной силы, при которых происходило разрушение материала. Полученные динамические графики наглядно отображали результаты исследования, демонстрирующие, что предел прочности стекловолоконных штифтов, укрепленных стекловолоконным каркасом больше предела прочности стандартных стекловолоконных штифтов. Это значит, что максимальная сила, необходимая для разрушения данной конструкции также выше у предлагаемых нами вариантов штифтовых конструкций.

В образцах зубов с установленным стекловолоконным каркасом, момент разрушения штифтовой конструкции регистрировали при нагрузке от 1005,63 Н до 1356,20 Н, а в образцах с установленным в них стандартным стекловолоконным штифтом – от 570,178 Н до 901,540 Н.

Также самые высокие показатели предела прочности были зафиксированы в образцах зубов, где штифт был укреплен стекловолоконным каркасом (от 653,267 до 881,002 МПа).

Таким образом, результаты лабораторно-экспериментального исследования подтверждают, что укрепление стекловолоконного штифта конусным каркасом повышает прочностные характеристики полученной конструкции.

Электронно-микроскопическое исследование проводилось с целью изучения и сравнительного анализа качества обтурации корневого канала с использованием стандартного стекловолоконного штифта в сравнении с новой модификации стекловолоконного штифта, укрепленного конусным стекловолоконным каркасом.

Применение сканирующей электронной микроскопии позволило получить сведения о структуре стекловолоконного штифта, цемента и конусного каркаса в реальном времени.

Для проведения исследования было подготовлено 20 образцов зубов в шести различных вариантах конструктивного исполнения:

- первая группа: продольный срез зуба с установленным стандартным стекловолоконным штифтом (3 образца);
- вторая группа: продольный срез зуба с установленным стекловолоконным штифтом с конусным стекловолоконным каркасом (3 образца);
- третья группа: поперечный срез зуба с установленным стандартным стекловолоконным штифтом (2 образца);
- четвертая группа: поперечный срез зуба с установленным стекловолоконным штифтом с конусным стекловолоконным каркасом (2 образца);
- пятая группа: продольный срез зуба с установленным стандартным стекловолоконным штифтом после проведенного испытания на сдвиг (5 образцов);
- шестая группа продольный срез зуба с установленным стекловолоконным штифтом с конусным стекловолоконным каркасом после проведенного испытания на сдвиг (5 образцов).

Для проведения качественной микроскопии образцов предварительно была проведена их пробоподготовка, включающая следующие этапы:

1) Вакуумная заливка образцов – фиксация в полимерные смолы.

2) Распил в продольном или поперечном направлении с помощью дисковой алмазной пилы.

3) Повторная заливка образцов.

4) Шлифование и полирование поверхности образцов.

5) Нанесение токопроводящего слоя углерода.

Микроскопическое исследования и пробоподготовка образцов проводилась в междисциплинарном ресурсном центре по направлению «Нанотехнологии» (МРЦ-НТ) СПбГУ (Санкт-Петербург).

Исследуемые образцы были закреплены предметном столике сканирующего электронного микроскопа – «ZeissMerlin». Микроскопия образцов производилось при увеличении x1000, x5000, x10000, после чего производился анализ полученных микрофотографий.

Результаты сканирующей электронной микроскопии продемонстрировали, что конусный стекловолоконный каркас точно соответствует форме корневого канала и плотно заполняет пространство между основным (стандартным) штифтом и дентином.

Микрофотографии поперечных распилов образцов позволили визуализировать расположение основного штифта и стекловолоконной ленты внутри корневого канала. Большое увеличение сканирующего электронного микроскопа предоставило возможность оценить структуру стекловолоконного конусного каркаса, представленного скелетными штифтами, соединенными переплетениями полиэфирных волокон.

Кроме того, электронная микроскопия образцов после проведенного лабораторно-экспериментального исследования позволила проследить изменения, произошедшие с образцом после проведенного испытания на сдвиг.

Таким образом, проведенное электронно-микроскопическое исследование образцов показало, что в образцах с конусным стекловолоконным каркасом плотность обтурации достигается также за счет полного пропитывания стекловолоконной ленты композитным цементом, превращая данную конструкцию в монолитный блок. В образцах с установленным стандартным СВШ плотность обтурации достигается за счет толстой цементной прослойки, равномерно заполняющей просвет корневого канала.

Обобщая результаты проведенных исследований (статистического, лабораторно-экспериментального и электронно-микроскопического) можно заключить, что предложенная нами методика модификации стандартного

стекловолоконного штифта стекловолоконной лентой позволила повысить прочностные характеристики полученной штифтовой конструкции.

Стекловолоконный конусный каркас, пропитанный композитным материалом двойного отверждения, соответствует форме корневого канала, формируя монолитную конструкцию (за счет адгезивного соединения), устойчивую к большим нагрузкам и являющуюся качественной внутриканальной опорой для дальнейшей реставрации коронковой части зуба.

Основываясь на результаты проведенного исследования, можно рекомендовать новый метод модификации стандартных стекловолоконных штифтов конусным стекловолоконным каркасом для использования в стоматологической практике. Широкое применение этого метода позволит максимально сохранить здоровые твердые ткани зубов, повысить их прочность и устойчивость к переломам, снизить частоту имеющихся осложнений, снизить нагрузку на врача-стоматолога, сокращая сроки лечения пациента за счет исключение лабораторных этапов.

ВЫВОДЫ

1. Анкетирование врачей-стоматологов показало, что обе методики популярны, однако большинство врачей в своей практике склоняются к выбору культевых штифтовых вкладок. Статистическое исследование продемонстрировала наличие взаимосвязи между специализацией врача, его местом работы и выбираемой конструкций. По данным амбулаторных карт стоматологических пациентов, обратившихся в период с 2019 по 2022 годы в СПб ГБУ «Стоматологическая поликлиника №12» можно сделать вывод, что наиболее часто применяемыми конструкциями стали штифтовые культевые вкладки, доля которых составила 94,26% (6147 вкладки) от всех изготовленных конструкций. Остальные 5,74% (374 СВШ) пришлись на стекловолоконные штифты.

2. Анализ физико-механических свойств новой модификации стекловолоконных штифтов показал, что конусный стекловолоконный каркас позволяет улучшить прочностные характеристики и повысить устойчивость к внешним нагрузкам. Цифровые показатели предела прочности стекловолоконных штифтов с конусным стекловолоконным каркасом оказались больше таковых показателей у стандартных стекловолоконных штифтов.

Анализ качества обтурации корневых каналов, основанный на данных сканирующей электронной микроскопии, показал, что конусный стекловолоконный каркас точно соответствует форме корневого канала и плотно заполняет пространства между стандартным стекловолоконным штифтом и дентином корня. Соответствие стекловолоконного каркаса форме корневого канала и меньшая толщины цементной прослойки обеспечивают высокое качество обтурации корневого канала. Сканирующая электронная микроскопии также позволили изучить структуры стекловолокна в стекловолоконном каркасе и в стекловолоконном штифте.

3. Проведенные лабораторно-экспериментальное и электронно-микроскопическое исследование позволило подтвердить эффективность

подготовки корневых каналов и применения новой модификации стекловолоконного штифта с конусным стекловолоконным каркасом за счет соответствия каркаса форме корневого канала и повышенных характеристик механической прочности.

4. В ходе исследования предложены практические рекомендации по работе с стекловолоконным штифтом, укрепленным конусным стекловолоконным каркасом.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Предложенная нами методика восстановления коронковой части зуба посредством применения конусного стекловолоконного каркаса позволит врачам-стоматологам повысить качество лечения, а также позволит достигнуть более предсказуемых и долговечных результатов.

2. Рекомендуем использовать предложенную нами модификацию для восстановления премоляров и фронтальных зубов ссохраненной наддесневой частью и с хорошо проходимыми каналами, так как применение данного метода в молярах нами не было изучено.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

КЛКТ – конусно-лучевая томография

КХС – кобальтохромовый сплав

ОМС – обязательное медицинское страхование

СВШ – стекловолоконный штифт

СИЦ – стеклоиономерный цемент

СПбГУ – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет»

СЭМ – сканирующая электронная микроскопия

ТР – темп роста

мкм (μm) – микрометр

нм– нанометр

МПа – мегапаскаль

Н – Ньютон

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алексеев М.А. Роль феррула в реставрации зубов с поврежденной структурой / М.А. Алексеев // Научные исследования и разработки молодых ученых. – 2016. – № 10. – С. 69-73.

2. Аржанцев А.П. Особенности рентгенологической картины на этапах эндодонтического лечения / А.П. Аржанцев, З.Р. Ахмедова // Стоматология. – 2015. – № 94 (4). – С. 39-43.

3. Арутюнов, Д.С. Профилактика осложнений при применении литых культевых штифтовых вкладок для фиксации металлокерамических протезов / Д.С. Арутюнов // Стоматология. – 1989. – № 4. – С. 44-48.

4. Бенаму М. Корневые штифты: аргументированный выбор / М. Бенаму, П. Сюльтан, Р. Эльт // Клиническая стоматология. – 1998. – № 3. – С. 14-20.

5. Бобровская А.С. Дебондинг стекловолоконных штифтов: причины и пути устранения / А.С. Бобровская // Российская стоматология. – М., 2017. – Т. 10, № 1. – С.40-41.

6. Бобровская А.С. Оптимизация методики фиксации стекловолоконных штифтов для увеличения прочности адгезивного соединения при восстановлении зубов с разрушенной коронковой частью: дис.… к.м.н. – М., 2018. – 113 с.

7. Богатырева И.Л. Восстановление коронковой части зуба фотокомпозитами на внутриканальных штифтах и культевых вкладках / И.Л. Богатырева, Н.В. Бурхан // Актуальные вопросы медицины. – Ставрополь, 1996. – С. 35-37.

8. Боровский Е.В. О новых стандартах лечения и диагностики кариеса зубов / Е.В. Боровский // Клиническая стоматология. – 2006. – № 4. – С. 6-8.

9. Брандон Д. Микроструктура материалов. Методы исследования и контроля / Д. Брандон, У. Каплан. // Техносфера. – М., 2006. – 384 с.

10. Гажва С.И. Теоретические аспекты восстановления разрушенных зубов после эндодонтического лечения / С.И. Гажва, А.И. Тетерин, М.К. Алексеев // Сборник научных трудов, посвящ. 30-летию стоматологического факультета Приволжского исследовательского медицинского университета. – Нижний Новгород, 2018. – С. 361-365.

11. Грачев С.В. Физическое металловедение / С.В. Грачев // Екатеринбург: УГТУ-УПИ. – 2009. – 548 с.

12. Григорян М.М. Применение штифтово-культевых вкладок при восстановлении разрушенных зубов / М.М. Григорян // Медицинские науки. – 2017. – № 3. – С.18-21.

13. Гришин С.Ю. Восстановление единичных включенных дефектов зубного ряда адгезивными мостовидными протезами с армированием стекловолокном / С.Ю. Гришин, С.Е. Жолудев // Институт стоматологии. – 2006. – № 4. – С. 50-53.

14. Денисов Н.Д. Протезирование зубов со значительно разрушенной коронковой частью (литературный обзор) / Н.Д. Денисов, А.М. Гималетдинова // Актуальные вопросы стоматологии. Сб. научных трудов, посвящ. основателю кафедры ортопедической стоматологии КГМУ проф. И. М. Оксмана. – Казань: Казанский государственный медицинский университет, 2018. – С. 109-114.

15. Дворникова Т.С. Волоконное армирование в повседневной клинической практике / Т.С. Дворникова // Институт стоматологии. – 2010. – № 3 (48). – С.30-33.

16. Ермилов Д.А. Канал запломбирован. Что делать дальше? / Д.А. Ермилов // Клиническая эндодонтия. – 2007. – Т. 1, № 1-2. – С. 80-90.

17. Жаров М. ЭндоПрактика. Восстановление зубов после эндодонтического лечения / М. Жаров, К. Д'Арканджэло, Л. Антонио Филиппе. Пер. с польск. – Львов: Галдент, 2014. – 336 с.

18. Жидких Е.Д. Метод восстановления культевой части зуба: учеб. пособие. – СПб.: Издательство «Человек», 2013. – 20 с.

19. Жолондзиовский П.А. Зависимость силы сцепления стекловолоконного штифта в корневом канале зуба от выбора адгезивной системы / П.А. Жолондзиовский, С.С. Тимербулатов, А.Д. Григорьев // Current issues of modern medicine and healthcare. – 2018. – № 2. – С. 93-98.

20. Жолудев С.Е. Новый подход к реставрации депульпированных зубов / С.Е. Жолудев, Ю.Н. Ивлев // Институт стоматологии. – 2018. – № 4. –С. 48-50.

21. Защихин Е.Н. Адгезивное применение стекловолоконных штифтов для восстановления твердых тканей зубов / Е.Н, Защихин // Эндодонтия Today. – 2015. – № 4. – С. 69-70.

22. Зорин П.М. Восстановление культи зуба с использованием стекловолоконных штифтов / П.М. Зорин, К.Е. Кичигина, К.А. Тимофеев // Бюллетень Северного государственного медицинского университета. – 2018. – № 1 (40). – С. 235-236.

23. Ивлев Ю.Н. Пат. 2380056 Российская Федерация, МПК А 61 С 13/30. Способ восстановления коронковой части зубов у пациентов с низкими клиническими коронками с использованием внутриканальной штифтовой конструкции с активной термомеханической культевой частью / Ю.Н. Ивлев, Н.В. Наймушина, С.Г. Штофин; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО НГМУ Росздрава – № 2008126837/14; заявл. 01.07.2008; опубл. 27.01.2010, Бюл. № 3. – 9 с.

24. Каплан М.З. Показания к использованию эндокоронок. Их преимущества в сравнении с коронками / М.З. Каплан, З.М. Каплан, Х.Р. Тигранян, К.Б. Рештовская // Журнал научных статей Здоровье и образование в XXI веке. – 2017. – Т. 19. – № 8. – С. 22-23.

25. Кицул И.С. Методические подходы к оценке качества реставрации разрушенных зубов / И.С. Кицул, С.Д. Арутюнов, Э.Г. Бокучава, П.П. Зотов, М.Н. Ониашвили // БМЖ. – 2009. – №7.

26. Кицул И.С. Стоматологическая заболеваемость и потребность населения в стоматологических услугах / И.С. Кицул, А.Е. Бахарева. – Иркутск: Изд-во Иркут. мед. ун-та, 2002. – 136 с.

27. Клемин В.А. Морфофункциональная и клиническая оценка зубов с дефектами твердых тканей / В.А. Клемин, А.В. Борисенко, П.В. Ищенко. – Москва: МЕДпресс-информ, 2004. – 112 с.

28. Комлев С.С. Методы профилактики осложнений, возникающих после протезирования культевыми штифтовыми вкладками / С.С. Комлев, Е.С. Куликова // Международный научно-исследовательский журнал. – 2015. – № 3 (34), Ч. 4. – С. 86-87.

29. Копейкин В.Н. Ошибки в ортопедической стоматологии / В.Н. Копейкин. – Москва: Издательство «Триада-Х», 1998. – 176 с.

30. Кубрушко Т.В. Стоматологическое здоровье у лиц трудоспособного возраста (35-44 года) / Т.В. Кубрушко, А.В. Винокур, М.А. Бароян // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 5-3. – С. 385-386.

31. Кузьмина Э.М. Профилактика стоматологических заболеваний / Э.М. Кузьмина. // Учебное пособие. – М ., 2009. – 188с.

32. Курбанов О.Р. Ортопедическая стоматология (несъемное зубное протезирование) / О.Р. Курбанов, А.И. Абдурахманов, С.И. Абакаров. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 456 с.

33. Лебеденко И.Ю. Ортопедическая стоматология : учебник / под ред. И.Ю. Лебеденко, Э.С. Каливраджияна. – 2011. – 640 с.

34. Леонтьев В.К. Концептуальные подходы к разработке протоколов ведения больных в стоматологии / В.К. Леонтьев, А.Ю. Малый // Проблемы стандартизации в здравоохранении. – 2007. – № 6. – С.5-10.

35. Луцкая И.К. Эстетическая реставрация зуба при значительном разрушении коронковой части / И.К. Луцкая, Н.В. Новак // Dental Magazine. – 2016. – № 1. – С. 18-22.

36. Макеева И.М. Факторы риска возникновения вертикальных трещин корня в зубах после эндодонтического лечения / И.М. Макеева, С.Ф. Бякова, Н.Е. Новожилова // Стоматология. – 2016. – Т. 95, № 6. – С. 67-70.

37. Макеева И.М. Использование материалов компании 3M ESPE для восстановления жевательной группы зубов / И.М. Макеева, Е.П. Якушечкина // Новое в стоматологии. – 2001. – № 7. – С. 26-28.

38. Максимовская Л.Н. Сравнительная оценка эффективности фиксации стекловолоконных штифтов в корневом канале различными силерами / Л.Н. Максимовская, А.С. Григорьян, Р.В. Аванесов // Институт стоматологии. – 2007. – Т. 5, № 2. – С. 89-90.

39. Пат. 197641 Российская Федерация, МПК A61C13/00. Устройство для восстановления отсутствующей клинической коронки премоляров и передних зубов [Текст] / Матросов В.В., Нестеров А.М., Садыков М.И., Скворцов А.С. [и др.]; заявитель и патентообладатель В.В. Матросов, А.М. Нестеров.-N2019143931/22; заявл. 23.12.2019; опубл. 19.05.2020, Бюл. N 14. – 6с.: ил.

40. Меликян М.Л. Классификация препарирования твердых тканей зуба и разработка концепции MIPS (Minimal Invasion with Pulp Save) – минимальной инвазии (MI) с сохранением пульпы (SP) по М.Л.Меликяну // М.Л. Меликян, К.М. Меликян, Г.М. Меликян // Научно-практический журнал Институт Стоматологии. – № 4 (53). 2011. – С. 66-67.

41. Миликевич В.Ю. Профилактика осложнений при дефектах коронок жевательных зубов и зубных рядов: Автореф. дис…д-ра мед.наук. – М., 1984. – 31 с.

42. Нассей А. Новые технологии в эндодонтии / А. Нассей // Эндодонтия today. 2008. – №1. – С.14-16.

43. Наумович С.А. Штифтовые конструкции и системы для ортопедического лечения дефектов коронок зубов: учеб.-метод. пособие / С.А. Наумович. – БГМУ, 2010. – 45 с.

44. Наумович С.С. Конусно-лучевая компьютерная томография: современные возможности и перспективы применения в стоматологии / С.С. Наумович, С.А. Наумович // Современная стоматология. – 2012. – № 2 (55).

45. Николаев А.И. Практическая терапевтическая стоматология / А.И. Николаев, Л.М. Цепов. – Москва: МЕДпресс-информ, 2004. – 389 с.

46. Николаев А.И. Постэндодонтическая реставрация зубов: биомеханические, технологические и клинические аспекты / А.И. Николаев, Д.А. Глебова, Н.С. Орехова // Институт стоматологии. – 2018. – № 3 (80). – С. 56-58.

47. Новак Н.В. Выбор пломбировочного материала при реставрационных работах с использованием штифтов / Н.В. Новак // Современная стоматология. – 2009. – № 3/4. – С. 69-72.

48. Пархамович С.Н. Дентальные штифты: классификация и алгоритм клинического применения / С.Н. Пархамович // Современная стоматология. – 2011. – № 1. – С. 47-50.

49. Пархамович С.Н. Дентальные штифты и штифтовые протезы в стоматологии / С.Н. Пархамович // Современная стоматология. – 2012. – № 1. – С. 22-23.

50. Пархамович С.Н. Классификация штифтовых конструкций, применяемых при лечении патологии твердых тканей зуба / С.Н. Пархамович // Современная стоматология. – 2010. – № 2. – С. 25-28.

51. Паршин В.Ю. Восстановление корневой части однокорневого зуба с применением отечественных внутрикорневых штифтов и композиционных материалов: автореф. дис. … канд. мед. наук / В.Ю. Паршин. – М., 1995. – 22 с.

52. Петри А. Наглядная медицинская статистика: учеб. Пособие / А. Петри, К. Сэбин. – Издательство «ГЭОТАР-Медиа», 2021.

53. Полонейчик Н.М. Методика восстановления коронковой части зуба с использованием штифтовой культевой вкладки // Патент № 4750 от

15.07.2008 г. «Штифтовая культевая вкладка» / Полонейчик Н.М., Крушинина Т.В.; патент № 5045 от 12.11.2008 г. «Штифтовая культевая вкладка для восстановления многокорневых зубов» / Полонейчик Н.М., Крушинина Т.В.

54. Пятанова Е.С. Оценка качества обтурации корневых каналов при применении стекловолоконных штифтов / Е.С. Пятанова, Н.А. Соколович, Н.А. Огрина, К.Г. Пономарева // Институт Стоматологии. – 2023. – №4 (101). – С. 128-129.

55. Пятанова Е.С. Распространенность применения стекловолоконных штифтов и культевых штифтовых вкладок врачами-стоматологами / Е.С. Пятанова, Н.А. Соколович, А.Р. Варблас, Н.А. Огрина, К.Г. Пономарева // Институт Стоматологии. – 2023 №4 (101). – С. 48-49.

56. Рогацкин Д.В. Конусно-лучевая компьютерная томография. Основы визуализации / Д.В. Рогацкин. – Издательство: ГалДент, Львов, 2010. – 235 с.

57. Роудз Дж. С. Повторное эндодонтическое лечение / Дж. С. Роудз // Консервативные и хирургические методы. – 2009. – 211 с.

58. Рубникович С.П. Обоснование выбора штифтовой конструкции с учетом толщины стенок корня зуба / С.П. Рубникович, С.А. Наумович // Стоматол. журн. – 2002. – № 1. – С. 22-27.

59. Рубникович С.П. Ортопедическое лечение с применением штифтовых конструкций у больных с полным отсутствием коронки зуба / С.П. Рубникович, С.А. Наумович // Стоматол. журн. – 2002. – № 2. – С. 23-24.

60. Рубникович С.П. Теоретическое исследование биомеханического поведения математической модели в системе «штифтовая конструкция – корень зуба» / С.П. Рубникович, Н.А. Фомин, Н.Б. Базылев // Соврем. стоматология. – 2001. – № 2. – С. 44-46.

61. Рутковская А.С. Применение штифтов в терапевтической стоматологии / А.С. Рутковская // Современная стоматология. – 2006. – № 4. – С. 14-17.

62. Румянцев В. Универсальные испытательные машины Shimadzu. Часть 2 / В. Румянцев // Аналитика. – 2014. – № 5 (18).

63. Саакян Ш.Х. Применение культевых штифтовых вкладок при разрушении коронок премоляров и моляров / Ш.Х. Саакян // Стоматология. – 1987. – № 3. – С. 64-65.

64. Садаева А.Д. Применение стекловолоконных штифтов в стоматологической практике / А.Д. Садаева, Е.Г. Тонкоглаз // Главврач Юга России. – 2017. – № 5 (58).

65. Скрыль А.В. Комплексная реабилитация пациентов с частичной потерей зубов / А.В. Скрыль // Клиническая стоматология. – 2012. – № 2 (62). – С. 60-62.

66. Скрыль А.В. Анализ ошибок и осложнений при восстановлении дефектов коронковой части зуба штифтовыми конструкциями зубных протезов / А.В. Скрыль, М.Р. Мрикаева // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2012. – № 28 (4). – С. 89-90.

67. Соколович Н.А. Оценка информированности врачей-стоматологов и пациентов стоматологических поликлиник об особенностях организации стоматологической помощи пациентам с заболеваниями сердечно-сосудистой системы / Н.А. Соколович, Ф.Е. Малиновский, П.А, Барбашова [и др.] // Институт Стоматологии. – 2023. – № 1 (98). – С. 16-17.

68. Соколович Н.А. История развития адгезивных техник в ортодонтии. Часть I: со времен появления смолы Bowen до концепции фотополимеризации / Н.А. Соколович, И.Н. Гончарик, Е.С. Пятанова // Институт Стоматологии. – 2023. – № 1 (98). – С. 74-75.

69. Соколович Н.А. История развития адгезивных техник в ортодонтии. Часть II. Появление улучшенных адгезивов, современный

статус адгезивных систем / Н.А. Соколович, И.Н. Гончарик, Е.С. Пятанова, К.В Ленская // Институт Стоматологии. – 2023. – № 3 (100). – С. 82-83.

70. Титов П.Л. Аллергические реакции и непереносимость материалов, используемых в клинике ортопедической стоматологии / П.Л. Титов, П.Н. Мойсейчик, Г.П. Богдан // Современная стоматология (Беларусь). – 2010. – № 1. – С. 39-45.

71. Трезубов В.Н. Ортопедическая стоматология: технология лечебных и профилактических аппаратов / В.Н. Трезубов, Л.М. Мишнев, Н.Ю. Незнанов. – СПб: СпецЛит, 2003. – 368 с.

72. Трезубов В.Н. Ортопедическое лечение с применением металлокерамических зубных протезов / В.Н. Трезубов, В.С. Емгахов, О.Н. Сапронова. – М., 2007. – 200 с.

73. Трофимова Е.К. Стекловолоконные штифты Relyx fiber post в постэндодонтической реабилитации зуба / Е.К. Трофимова // Стоматологический журнал. – 2008. – № 4. – С. 341-345.

74. Трухачева Н. Медицинская статистика : учебное пособие / Н. Трухачева. – Издательство «Феникс», 2017.

75. Усевич Т.Л. Клиническое материаловедение в стоматологии: учебник / Т.Л. Усевич. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 312 с.

76. Фисюнов А.Д. Применение композитно-армированных культевых штифтовых вкладок для замещения дефектов твердых тканей зубов / А.Д. Фисюнов, С.П. Рубникович // Вестник ВГМУ. – 2018. – №1.

77. Фридман Д. Эстетическое лечение с использованием методики восстановления на штифте / Д. Фридман // Клиническая стоматология. – 2001. – № 2. – С. 10-15.

78. Шарин А.Н. Прогноз и отдаленные результаты применения штифтовых конструкций с опорой на депульпированные зубы / А.Н. Шарин, Н.А. Бондаренко // Маэстро стоматологии. – 2016. – № 1 (61). – С. 32-36.

79. Шестаков В.Т. Основные направления развития стоматологической службы России (Проект Концепции) / В.Т. Шестаков, О.О. Янушевич, В.К. Леонтьев. – М.: Медицинская книга. – 2008. – 200 с.

80. Al-Qudah A.A. Root and canal morphology of mandibular first and second molar teeth in a Jordanian population / A.A. Al-Qudah, L.A. Awawdeh // International Endodontic Journal. – 2009. – Vol. 42. – P. 775-784.

81. Aslan T. Fracture resistance of teeth with oval canal morphology restored using oval and circular posts / T. Aslan, K. Kiliç // J OralSci. – 2016. – Vol. 58 (3). – P. 339-345.

82. Asmussen E. Stiffness, elastic limit, and strength of newer types of endodontic posts / E. Asmussen, A. Peutzfeldt, T. Heitmann // J Dent. – 1999. – Vol. 27 (4). – P. 275-278.

83. Ayad M.F. Effects of tooth preparation burs and luting cementtypes on the marginal fit of extracoronal restorations / M.F. Ayad // JProsthodont. – 2009. – Vol. 18. – P. 145-151.

84. Bansal R. Classification of root canal configurations: A review and a new proposal of nomenclature system for root canal configuration / R. Bansal, S. Hegde, M.S. Astekar // Journal of Clinical and Diagnostic Research. – 2018. – Vol. 12 (5). – P. ZE01-ZE05.

85. Barfeie A. Failure Mechanisms of Fibre Posts: A Literature Review / A. Barfeie, M.B. Thomas, A. Watts, J. Rees // Eur J Prosthodont Restor Dent. – 2015. – Vol. 23 (3). – P. 115-127.

86. Bergenholtz G. Evidence-based endodontics / G. Bergenholtz, T. Kvist // Endodontic Topics. – 2013. – Vol. 31. P. 3-18.

87. Bindl A. Clinical and SEM evaluation of all-ceramic chair-side CAD/CAM-generated partial crowns / A. Bindl, W.H. Mörmann // Eur J Oral Sci. – 2003. – Vol. 111 (2). – P. 163-169.

88. Boksman L. Fiber post techniques for anatomical root variations / L. Boksman, A.B. Hepburn, E. Kogan // Dentistry today. – 2011. – Vol. 30 (5). – P. 106-111.

89. Boscato N. Self-Adhesive Resin Cement for Luting Glass Fiber Posts / N. Boscato, T. Pereira-Cenci, R.R. Moraes // Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. – 2014. – Vol. 26 (6). – P. 417-421.

90. Boudrias P. Tensile strength of postceramic solder joints with a palladium-silver alloy / P. Boudrias, J.I. Nicholls // J Prosthet Dent. – 1987. – Vol. 57 (2). – P. 165-71.

91. Bru E. Almenar Fiber post behaviour prediction factors. A review of the literature / E. Bru, L. Forner, C. Llena, A. Almenar // J Clin Exp Dent. – 2013. – Vol. 5 (3). – P. 150-153.

92. Boudrias P. Anatomical post design applied to quartz fiber/epoxy technology: a conservative approach / P. Boudrias, S. Sakkal, Y. Petrova // Oral Health. – 2001. – Vol. 91 (11). – P. 9-16.

93. Buehler SumMet TM.A Guide to Materials Preparation &Analysis. – 2013. – 150 p.

94. Chávez De Paz L.E. Bacteria recovered from teeth with apical periodontitis after antimicrobial endodontic treatment / L.E. Chávez De Paz, G. Dahlén, A. Molander, A. Möller // IntEndod J. – 2003. – Vol. 36. – P. 500-508.

95. Chala S. Prevalence of apical periodontitis and factors associated with the periradicular status / S. Chala, R. Abouqal, F. Abdallaoui // Acta Odontol Scand. – 2011. – Vol. 69. – № 6. – P. 355-359.

96. D’Arcangelo C. Five-year retrospectiveclinical study of indirect composite restorations luted with a light-cured composite in posterior teeth / C. D’Arcangelo, M. Zarow, F. De Angelis, M. Vadini // Clin. Oral. Investig. – 2014. – Vol. 18. – P. 615-624.

97. da Costa R.G. Three-year follow up of customized glass fiber esthetic posts / R.G. da Costa, E.C. de Morais, M.P. Leão, M.J. Bindo // Eur J Dent. – 2011. – Vol. 5 (1). – P. 107-112.

98. Dal Piva A.M.O. Do mechanical advantages exist in relining fiber posts with composite prior to its cementation? / A.M.O. Dal Piva, J.P.M. Tribst, A.L.S. Borges // J AdhesDent. – 2018. – Vol. 20 (6). – P. 511-518.

99. de Pablo O.V. Root anatomy and canal configuration of the permanent mandibular first molar: a systematic review / O.V. de Pablo, R. Estevez, M. Peix Sanchez, C. Heilborn // Journal of Endodontics. – 2010. – Vol. 36. – P. 1919-1931.

100. Eliyas S. Restoration of the root canal treated tooth / S. Eliyas, J. Jalili, N. Martin // British dental journal. – 2015. – Vol. 218 (2). – P. 53-62.

101. Estrela C. A new periapical index based on cone bean computed tomography / C. Estrela // J Endod. – 2008. – Vol. 34 (11). – P. 1325-1331.

102. Fages M. The Endocrown: A Different Type of All-Ceramic Reconstruction for Molars / M. Fages, B. Bennasar // J Can Dent Assoc. – 2013. – Vol. 79. – P. 27-33.

103. Fahl N. Jr. Direct-Indirect Class V Restorations: A Novel Approach for Treating Noncarious Cervical Lesions / N. Jr. Fahl // J EsthetRestorDent. – 2015. – Vol. 27 (5). – P. 267-284.

104. Godder B. Restoring endodontically treated teeth. Two different post systems / B. Godder, H.E. Strassler, T.M. Payne // N Y State Dent J. – 1992. Vol. 58 (4). – P. 45-50.

105. Goracci C. Current perspectives on post systems: a literature review / C. Goracci, M. Ferrari // Aust Dent J. – 2011. – Vol. 56. – P. 77-83.

106. Goracci C. A one step procedure for luting glass fibre posts: an SEM evaluation / C. Goracci, S. Grandini, S. Sapio, F. Monticelli // Int Endod J. – 2004. – Vol. 37 (10). – P. 679-686.

107. Grandini S. Fatigue resistance and structural characteristics of fiber posts: three-point bending test and SEM evaluation / S. Grandini // Dent Mater. – 2005. – Vol. 21 (2). – P. 75-82.

108. Grover C. Methods to study root canal morphology: a review / C. Grover, N. Shetty // Endodontic practice today. – 2012. – Vol. 6. – P. 171-182.

109. Gulabivala K. Root and canal morphology of Burmese mandibular molars / K. Gulabivala, T. Aung, A. Alavi // International Endodontic Journal. – 2001. – Vol. 34. – P. 359-370.

110. Heling I. Endodontic failure caused by inadequate restorative procedures: review and treatment recommendations / I. Heling // J. Prosthet. Dent. – 2002. – Vol. 87. – № 6. – P. 674-678.

111. Hess W. Anatomy of the Root-Canals of the Teeth of the Permanent Dentition / W. Hess, E. Zürcher, W.H. Dolamore // William Wood. – 1925. – P. :3-49.

112. Hung H.C. Meta-analysis of the effect of scaling and root planning, surgical treatment and antibiotic therapies on periodontal probing depth and attachment loss / H.C. Hung, C.W. Douglass // J ClinPeriodontol. – 2002. – Vol. 29 (11). – P. 975-986.

113. Jerome C.E. Dental anatomical anomalies in Asians and Pacific Islanders / C.E. Jerome, R.J. Hanlon // J Calif Dent Assoc. – 2007. – Vol. 35 (9). – P. 631-636.

114. Juloski J. The effect of ferrule height on stress distribution within a tooth restored with fiber posts and ceramic crown: a finite element analysis / J. Juloski, D. Apicella. M. Ferrari // Dental Materials. – 2014. – Vol. 30. – P. 1304-1315.

115. Kim S. Color Atlas of Microsurgery in Endodontics / S. Kim, G. Pecora, R. Rubinstein, J. Dorscher-Kim. – Philadelphia: WB Saunders, 2001. – 172 p.

116. Kim H.C. Dual-Cure Adhesives Using a Newly Synthesized Itaconic Acid-Based Epoxy Acrylate Oligomer / H.C. Kim, K. Yong-Rok, K. Jung-Soo // Polymers. – 2023. – Vol. 15 (15). – P. 3304.

117. Lamichhane A. Dental fiber-post resin base material: a review / A. Lamichhane, C. Xu, F. Zhang // The Journal of Advanced Prosthodontics. – 2014. – Vol. 6 (1). – P. 60-65.

118. Lander E. Endocrowns: a clinical report / E. Lander, D. Dietschi // Quintessence Int. – 2008. – Vol. 39 (2). – P. 99-106.

119. Levin RP. Providing patient-friendly financial options / R.P. Levin // J N J Dent Assoc. – 2000. – Vol. 71 (2). – P. 25-26.

120. Maceri F. Mechanical behaviour of endodontic restorations with multiple prefabricated posts: a finite-element approach / F. Maceri, M. Martignoni, G. Vairo // J Biomech. – 2007. – Vol. 40 (11). – P. 2386-2398.

121. Mankoo T. Discussion: the ideal restoration of endodontically treated teeth: structural and esthetic considerations / T. Mankoo // Eur. J. Esthet. Dent. – 2013. – Vol. 8. – № 2. – P. 269-277.

122. Marchionatti A.M.E. Clinical performance and failure modes of pulpless teeth restored with posts: a systematic review / A.M.E. Marchionatti, V.F. Wandscher, M.P. Rippe, O.B. Kaizer // Braz Oral Res. – 2017. – Vol. 31. – P. e64.

123. Matherne R.P. Use of cone-beam computed tomography to identify root canal systems in vitro / R.P. Matherne, C. Angelopoulos, J.C. Kulild, D. Tira // Journal of Endodontics. – 2008. – Vol. 34. – P. 87-89.

124. McComb D. Restoration of the Endodontically Treated Tooth, Ensuring Continued Trust / D. McComb. – Dispatch, 2008. – 20 p.

125. Mizuhashi F. Effect of root length over alveolar bone on fracture resistance: Detection by cone-beam computed tomography / F. Mizuhashi, I. Ogura, Y. Sugawara // Journal of Oral and Maxillofacial Radiology. – 2019. – Vol. 7 (3). – P. 55.

126. Mosharraf R. Effects of post surface conditioning before silanization on bond strength between fiber post and resin cement / R. Mosharraf, P. Ranjbarian // Journal of Advanced Prosthodontics. – 2013. – № 5. – P. 126-132.

127. Nair P.N. On the causes of persistent apical periodontitis: a review / P.N. Nair // Int Endod J. – 2006. – Vol. 39 (4). – P. 249-281.

128. Nascimento A.S. Does ferrule thickness influence resistance to fracture of endodontically treated teeth? / A.S. Nascimento, L. J. R. de Oliveira, A. T. Moura // Journal of conservative dentistry. – 2018. – Vol. 21 (6). – P. 613.

129. Neelakantan P. Histologic Assessment of Debridement of the Root Canal Isthmus of Mandibular Molars by Irrigant Activation Techniques Ex Vivo /

P. Neelakantan, S. Devaraj, N. Jagannathan // J Endod. – 2016. – Vol. 42 (8). – P. 1268-1272.

130. Ng C.C. Influence of remaining coronal tooth structure location on the fracture resistance of restored endodontically treated anterior teeth / C.C. Ng, H.B. Dumbrigue, M.I. Al-Bayat, J.A. Griggs // Journal of Prosthetic Dentistry. – 2006. – Vol. 95. – P. 290-296.

131. Nokar S. Comparative evaluation of the effect of different post and core materials on stress distribution in radicular dentin by three-dimensional finite element analysis / S. Nokar, M. Bahrami, A.S. Mostafavi // Journal of dentistry (Tehran, Iran). – 2018. – Vol. 15 (2). – P. 69.

132. Orstavik D. The periapical index: a scoring system for radiographic assessment of periodontitis / D. Orstavik, K. Kerekes, H.M. Eriksen // Endod Dent Traumatol. – 1986. – Vol. 2 (1). – P. 20-34.

133. Pacheco R.R. Dentin Bond Strength of Fiber Posts Cemented with Resin Cements / R.R. Pacheco, R.V. Rodrigues, G.M.B. Ambrosano, F.M. Pascon // J Dent Res. – 2014. – Vol. 93 (Spec Iss A). – P. 248.

134. Paqué F. Accumulated hard tissue debris levels in mesial roots of mandibular molars after sequential irrigation steps / F. Paqué, C. Boessler, M. Zehnder // IntEndod J. – 2011. – Vol. 44 (2). – P. 148-153.

135. Parmar P. Root canal variations in mandibular molars: an overview / P. Parmar, M. Shah // Journal of the Indian Dental Association. – 2010. – Vol. 4. – P. 515-517.

136. Peez R. Evaluation of a New Cement Post and Core Procedure System / R. Peez, R.S. Hampe, E. Hader, J. Popp // Dent Res. – 2015. – Vol. 94 (Spec Iss A). – P. 0105.

137. Peiris H. Root canal morphology of mandibular permanent molars at different ages / H. Peiris, T. Pitakotuwage, M. Takahashi, K. Sasaki // International Endodontic Journal. – 2008. – Vol. 41. – P. 828-835.

138. Pickerill H.P. Stomatology in General Practice: a Textbook of Diseases of the Teeth and Mouth for Students and Practitioners [Electronic resource] : textbook / H.P. Pickerill. – 2015. – 268 p.

139. Polesel A. Restoration of the endodontically treated posterior tooth / A. Polesel // Giornale Italiano di Endodonzia. – 2014. – Vol. 28 (1). – P. 2-16.

140. Rea Louis M. Designing and Conducting Survey Research: A Comprehensive Guide / M. Rea Louis, R.A. Parker // Jossey – Bass. – 4th Ed. – 2014. – 355 p.

141. Sangwan B. An in vitro Evaluation of Fracture Resistance of endodontically treated Teeth with Different Restorative Materials / B. Sangwan, R. Rishi, M. Seal, K. Jain // J Contemp Dent Pract. – 2016. – Vol. 17 (7). – P. 549-52.

142. Schmitter M. Survival of two post systems--five-year results of a randomized clinical trial / M. Schmitter, K. Hamadi, P. Rammelsberg // Quintessence Int. – 2011. – Vol. 42 (10). – P. 843-850.

143. Shafiei F. Adhesion performance of a universal adhesive in the root canal: Effect of etch-and-rinse vs. self-etch mode / F. Shafiei, P. Mohammadparast, Z. Jowkar // PLoS One. – 2018. – Vol. 13 (4). – P. 113.

144. Shillingburg H.T. Wilson Fundamentals of Fixed Prosthodontic / H.T. Shillingburg, D.A. Sather – 4th ed. – Hanover Park : Quintessence, 2012. – 584 p.

145. Sert S. Evaluation of the root canal configurations of the mandibular and maxillary permanent teeth by gender in the Turkish population / S. Sert, G.S. Bayirli // Journal of Endodontia. – 2004. – Vol. 30. – P. 391-398.

146. Shuman I. Disposable micro air abrasion: a minimally invasive restorative technique / I. Shuman // Dent Today. – 2007. – Vol. 26 (7). – P. 114-115.

147. Preparing Ferrous Metals for Electron Backscatter Diffraction Analysis. – 2016.

148. Tay F.R. Monoblocks in root canals - a hypothetical or a tangible goal / F.R. Tay, D.H. Pashley // Journal of Endodontics. – 2007. – Vol. 33 (4). – P.391-398.

149. Torbjorner A. Carbon fiber reinforced root canal posts: Mechanical and cytotoxic properties / A. Torbjorner, S. Karlsson, M. Syverud // Eur. J. Oral. Sci. – 1996. – № 104. – P.605-611.

150. Vander Voort G.F. Metallographic Specimen Preparation for Electron Backscattered Diffraction Part I / G.F. Vander Voort // Pract. Metallogr./ – 2011. – Vol. 48 (9). – P. 454-473.

151. Vander Voort G.F. Metallographic specimen preparation for electron backscattered diffraction. Part II / G.F. Vander Voort // Pract. Metallogr. – 2011. – Vol. 48 (10). – P. 527-543.

152. Venskutonis T. The importance of cone-beam computed tomography in the management of endodontic problems: a review of the literature / T. Venskutonis // J Endod. – 2014. – Vol. 40 (12). – P. 1895-1901.

153. Venskutonis T. Periapical tissue evaluation: analysis of existing indexes and application of Periapical and Endodontic Status Scale (PESS) in clinical practice / T. Venskutonis // Giornale Italiano di Endodonzia. – 2016. – Vol. 30 (1). – P. 14-21.

154. Venskutonis T. Periapical and endodontic status scale based on periapical bone lesion and endodontic treatment quality evaluation using cone bean computed tomography / T. Venskutonis // J Endod. – 2015. – Vol. 41 (2). – P. 190-196.

155. Versiani M.A. Micro-computed tomography study of oval-shaped canals prepared with the self-adjusting file, Reciproc, WaveOne, and ProTaper universal systems / M.A. Versiani, G.B. Leoni, L. Steier, G. De-Deus // J Endod. – 2013. – Vol. 39 (8). – P. 1060-1066.

156. Vertucci F.J. Root canal anatomy of the human permanent teeth / F.J. // Vertucci Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology. – 1984. – Vol. 58. – P. 589-599.

157. Von Stein-Lausnitz M. Direct restoration of endodontically treated maxillary central incisors: post or no post at all? / M. Von Stein-Lausnitz, M. Bruhnke, M. Rosentritt // Clinical oral investigations. – 2019. – Vol. 23 (1). – P. 381-389.

158. Watanabe M. How to use a novel glass fiber post system for tricky restorations / M. Watanabe. – Text : electronic // Dental Products Report. – 2018. – Jun. 21.

159. Weine F.S. Canal configuration in the mesiobuccal root of the maxillary first molar and its endodontic significance / F.S. Weine, H.J. Healey, H. Gerstein, L. Evanson // Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology. – 1969. – Vol. 28. – P. 419-425.

160. Zeiss Merlin. Analytical power for the sub-nanometer world. 03-12 Z-MERLINB. – 11 p.

161. Zicari F. Factors affecting the cement-post interface / F. Zicari, J. De Munck, R. Scotti, I. Naert // Dental Materials. – 2012. – Vol. 28. – P.287-297.

162. Zhonghua K.Q. Society of Prosthodontics, Chinese Stomatological Association. [Operational specification for clinical use of dental intraradicular fiber post]. / K.Q. Zhonghua, X. Yi. – 2020. – Vol. 55 (7). – P. 461-465.