

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ Н.Н. БУРДЕНКО» МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

На правах рукописи

Жакот Иван Васильевич

**МОДИФИКАЦИЯ СТРУКТУРЫ ЭНДОДОНТИЧЕСКИХ СИЛЕРОВ
ПОД ДЕЙСТВИЕМ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПОЛЯ**

Специальность 14.01.14-стоматология

Диссертация

на соискание ученой степени

кандидата медицинских наук

Научный руководитель:
Беленова Ирина Александровна
доктор медицинских наук,
доцент

Воронеж – 2019

Оглавление

Список сокращений	3
Введение.....	4
Глава 1. Обзор литературы.....	12
1.1. Состав и виды современных obturационных систем	18
1.2. Обзор исследований модификации полимерных соединений в электромагнитном поле	50
Глава 2. Материалы и методы исследований	53
2.1. Материалы исследований.....	53
2.2. Методы исследований	63
2.2.1. Лабораторные методы исследований	64
2.2.2. Клинические методы исследований.....	83
2.2.3. Клинико-лабораторные методы исследований.....	85
2.2.4. Методы статистической обработки материала исследований	86
Глава 3. Собственные исследования	88
3.1. Результаты лабораторных исследований	88
3.2. Результаты клинических исследований.....	97
3.3. Результаты клинико-лабораторных исследований.....	100
Глава 4. Обсуждение результатов	102
Выводы	121
Практические рекомендации.....	122
Перспективы дальнейшей разработки темы.....	123
Список литературы	124
Приложения	153

Список сокращений

А/м – Ампер / Метр

ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения

ДГЭБА - диглицидиловый эфир бисфенола А

Мкм - Микрометр

МПа – мегапаскаль

Н/мм² – Ньютон / Миллиметр²

ПВХ – поливинилхлорид

ПДМС – Полидиметилсилоксан

ПЗС - прибор с зарядовой связью

ПММК - полиметилметакрилат

РЭМ - растровая электронная микроскопия

СИЦ - стеклоиономерные цементы

ЦОЭ - цинкоксидвгеноловые цементы

ЭВМ - Электронная вычислительная машина

ЭМП – Электромагнитное поле

ISO - International Organization for Standardization, международная организация по стандартизации

pH - Водородный показатель (лат. pondus Hydrogenii)

Введение

Актуальность темы исследования. Профилактика развития осложнений после эндодонтического лечения является одним из приоритетных вопросов современной стоматологии. По данным ВОЗ в большинстве развитых стран около 83% населения в анамнезе имеют, как минимум, один эндодонтически леченый зуб. В России данный показатель достигает 93%, причем в 35 – 45% случаев сопровождается развитием ближайших или отдаленных осложнений [1].

Ближайшими считаются все те осложнения, которые появились либо непосредственно в процессе лечения, либо в ближайшие несколько дней после вмешательства. Отдаленными же считаются те, что развиваются спустя несколько недель, месяцев после лечения. Наиболее частой причиной их развития являются оставшиеся инфицированные некротические массы в боковых ответвлениях системы корневого канала зуба. Недостаточное краевое прилегание силера к стенкам корневого канала может способствовать развитию отдаленных осложнений.

Для того чтобы минимизировать вероятность развития осложнений эндодонтического лечения требуется учитывать особенности реактивности организма пациентов, строго соблюдать все протоколы и принципы лечения, а также использовать качественные стоматологические материалы. Однако даже при условии идеальной техники работы врача стоматолога, а также соблюдении пациентом всех рекомендаций, повышение качества лечения ограничено свойствами используемых материалов, обусловленных их физико-химическим строением. Модификация стоматологических материалов является очень перспективным вариантом повышения качества лечения. Использование накопленных знаний в смежных научных дисциплинах открывает новые пути улучшения имеющихся материалов. Данное заключение подтверждается большим количеством научных трудов [21, 49].

С целью obturation системы корневых каналов на сегодняшний день используются пластичная твердеющая паста (силер) и твердотельный

наполнитель (филлер). Их совместное использование позволяет достичь полноценной трехмерной, плотной, пространственно стабильной obturации системы корневых каналов. К obturационным материалам предъявляется ряд требований, таких как нерастворимость в корневом канале, адгезия к стенкам корневого канала, толерантность к тканям организма человека и так далее [91]. На сегодняшний день все используемые силеры соответствуют стандартам ISO (International Organization for Standardization, международная организация по стандартизации). Однако ни один из них полностью не удовлетворяет всем требованиям идеального пломбировочного материала. Наиболее приближенной является группа полимерных силеров в комбинации с гуттаперчевыми штифтами. Тем не менее, эти материалы не лишены недостатков. Наиболее важным из которых является качество краевого прилегания obturационного материала к стенкам корневого канала. Для устранения недостатков силеров осуществляются попытки изменения техники работы, модификации исходного материала [43, 107, 132].

В результате исследований Б.А. Иоффе и Р.К. Калнинь стало известно, что постоянное электромагнитное поле влияет на вещества, которые, по общепринятому мнению, считались слабо или не восприимчивыми к воздействию электромагнитного поля (ЭМП) [45]. Позднее в исследованиях Ю.М. Молчанова с коллегами были получены результаты, согласно которым полимерные соединения чувствительны к воздействию электромагнитного поля [81, 82, 83].

Степень разработанности темы исследования. Проблемам улучшения краевого прилегания, структуры эндодонтических силеров посвящены труды многих авторов. А.А. Кунин, О.А. Кудрявцев, И.А. Беленова, О.И. Олейник доказали эффективность применения корневого бонда [31]. Северина Т. В. с соавторами установили высокую эффективность клинического использования адгезивных систем [117]. В 2012 году Ю.А. Костецкий экспериментально обосновал способ улучшения качества пломбирования корневых каналов ультразвуком [53]. В том же году Чжоу Минь описал возможность улучшения качества эндодонтического лечения путем применения силеров, основанных на

гидроксиде кальция и эпоксидных смолах [145]. В 2014 году И.В. Фирсова, Ю.А. Македонова определяли роль герметизирующей способности силеров в успехе эндодонтического лечения [64, 114, 137]. Профессор А. Кнаппвостом предложен метод повышения качества традиционного эндодонтического лечения путем таргетной наноимпрегнации дентина корня зуба с помощью гальванофореза гидроксида меди-кальция [92]. Позднее данную методику модифицировал проф. В.А. Румянцев с Э.А. Николаян [92]. Однако в трудах этих ученых не рассматриваются варианты повышения эффективности применения эндодонтических силеров с помощью модификации электромагнитным полем.

Учитывая выше изложенное, на базе кафедры госпитальной стоматологии ФГБОУ ВО Воронежского государственного медицинского университета имени Н.Н. Бурденко Минздрава РФ было проведено исследование, направленное на повышение эффективности лечения осложнений кариеса.

Цель исследования - повысить эффективность лечения осложнений кариеса путем модификации эндодонтических силеров с помощью воздействия электромагнитным полем.

Задачи исследования.

1. Разработать и применить методику модификации силеров, основанных на аминоэпоксидных смолах.
2. В серии исследований изучить структурные особенности эндодонтических аминоэпоксидных силеров, не подвергавшихся воздействию электромагнитного поля, и силеров, модифицированных воздействием ЭМП.
3. В серии исследований изучить свойства и показатели, регламентируемые ISO, эндодонтических силеров, основанных на аминоэпоксидных смолах, не подвергавшихся воздействию электромагнитного поля, и силеров, модифицированных воздействием ЭМП.
4. Изучить качество obturation системы корневых каналов при использовании эндодонтических силеров, основанных на аминоэпоксидных смолах, не подвергавшихся воздействию электромагнитного поля, и силеров, модифицированных воздействием ЭМП.

5. Оценить качество obturации системы корневых каналов в клинических условиях на основании субъективных (жалобы пациентов) и объективных признаков (рентгенологическое исследование).

Научная новизна работы.

1. Разработана и применена методика модификации силеров, основанных на аминоэпоксидных смолах.

2. Впервые изучены структурные особенности эндодонтических силеров, основанных на аминоэпоксидных смолах, не подвергавшихся воздействию электромагнитного поля, и силеров, модифицированных воздействием ЭМП.

3. Изучены свойства и основанные показатели, регламентируемые Международной организацией по стандартизации (ISO), основанных на аминоэпоксидных смолах, не подвергавшихся воздействию электромагнитного поля, и силеров, модифицированных воздействием электромагнитного поля.

4. Изучено качество obturации системы корневых каналов при использовании эндодонтических силеров, основанных на аминоэпоксидных смолах, не подвергавшихся воздействию электромагнитного поля, и силеров, модифицированных воздействием ЭМП.

5. Проведена оценка качества obturации системы корневых каналов в клинических условиях на основании субъективных (жалобы пациентов) и объективных признаков (рентгенологическое исследование).

Теоретическая и практическая значимость работы.

Результаты работы являются предпосылкой дальнейшего изучения модификации полимерных материалов электромагнитным полем с учетом аналитических данных исследования.

Использование аминоэпоксидного силера, модифицированного воздействием электромагнитного поля с заданными характеристиками позволяет повысить эффективность эндодонтического лечения осложнений кариеса, снизить количество ближайших и отдаленных осложнений.

Методология и методы исследования. В рамках исследования выделено три этапа: лабораторный, клинико-лабораторный и клинический. Лабораторный этап включает в себя: изучение изменений в структуре силера методом растровой электронной микроскопии (РЭМ), определение прочности адгезионного соединения силера и стенок дентина корня зуба, оценка образцов в тесте на текучесть, оценка образцов в тесте на время твердения, оценка образцов в тесте на измерение толщины пленки, оценка образцов в тесте на растворимость. Клинико-лабораторный этап представлен изучением зоны демаркации obturационного материала и тканей зуба в области скола методом РЭМ в 850-кратном увеличении. Клинический этап представлен основными методами обследования стоматологического пациента и дополнительными: рентгенологическое исследование, оценка качества obturации корневого канала, определение субъективных ощущений пациента через шкалу боли.

Основные методологические категории, такие как объект, предмет, цель и задачи исследования обуславливали необходимость применения ряда лабораторных, клинико-лабораторных и клинических методов исследования.

В результате статистической обработки данных были получены достоверные результаты исследований и выводы.

Достоверность и обоснованность результатов. Достоверность результатов научно-квалификационного исследования подтверждается оптимальным количеством наблюдений, современными методами исследования, соответствующими поставленным целям и задачам. Все положения, сформированные в диссертации, подкреплены фактическими данными и представлены в приведенных таблицах и рисунках. Статистический анализ и интерпретация результатов выполнены с использованием современных методов статистического анализа и обработки информации.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Воздействие электромагнитного поля на аминоэпоксидные силеры с напряженностью $20 \cdot 10^4$ - $24 \cdot 10^4$ А/м, однородностью 0,01-0,02% и временем

экспозиции равном 20 мин приводит к ряду физико-химических изменений в эндодонтическом силере на основе аминоэпоксидных смол.

2. Модифицированный силер обладает следующими структурными особенностями: диаметральные размеры пор и пустот, наблюдаемые в поле зрения, уменьшились; снизилось их количество; более упорядоченное расположение частиц в составе силера.

3. Свойства модифицированного силера соответствуют всем стандартам ISO. При сохранении времени твердения материала улучшаются клинически значимые характеристики: увеличилась текучесть на $8,9 \pm 1,8\%$; увеличилась адгезионная прочность на $38,2 \pm 2,3\%$; уменьшилась толщина пленки на $8,4 \pm 1,9\%$; уменьшилась растворимость на $32,9 \pm 9,3\%$.

4. Модифицированный силер обладает улучшенным краевым прилеганием obturационного материала к дентину системы корневых каналов, что позволяет повысить эффективность лечения осложнений кариеса. Его применение приводит к снижению количества жалоб пациентов спустя 7 дней после лечения в 2,5 раза. Контрольное рентгенологическое исследование спустя 1 год подтвердило стойкую реконвалесценцию: уменьшение очага разряжения в костной ткани.

Личный вклад автора: подготовка образцов и проведение лабораторного этапа исследования, набор и рандомизация пациентов, проведение клинико-лабораторного и клинического этапов исследования, динамическое наблюдение за пациентами в течение 1 года, оценка, анализ, интерпретация получаемых данных, формулировка промежуточных и окончательных выводов, практических рекомендаций, математическая, статистическая обработка и анализ промежуточных и окончательных результатов исследования.

Внедрение результатов исследования. Результаты исследования апробированы и внедрены в лечебный процесс стоматологической поликлиники Воронежского государственного медицинского института им. Н.Н. Бурденко и учебный процесс на кафедре госпитальной стоматологии ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России.

Апробация работы. Основные результаты были доложены и обсуждались на расширенном кафедральном совещании кафедры госпитальной стоматологии ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко Минздрава России (2019). Выступление на международной конференции с докладом: «Humanitarian and ethical aspects Medicine. Health issues in media» (Воронеж, 2016). Заочное участие в конференции с публикацией научной статьи, размещенной в системе РИНЦ в сборнике: «Современная стоматология: Сборник научных трудов, посвященный 125-летию основателя кафедры ортопедической стоматологии КГМУ профессора Исаака Михайловича Оксмана» (Казань, 2017). Очное участие на конференции, посвященной 100-летию ВГМУ им. Н.Н. Бурденко «Стоматологическая наука медицинскому образованию — из прошлого через настоящее в будущее» (Воронеж, 2018). Участие в III международном конгрессе стоматологов по теме «Актуальные проблемы стоматологии и челюстно-лицевой хирургии» с публикацией научной статьи в сборнике материалов: «Повышение качества пломбирования корневых каналов путём применения модифицированных силеров» (Ташкент, 2019). Участие в XII Международной научно-практической конференции «Стоматология славянских государств» на тему: «Изменение свойств аминоэпоксидных силеров электромагнитным полем» (Белгород, 2019). Выступление на V Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы стоматологии» с докладом на тему: «Профилактика осложнений эндодонтического лечения путем модификации силеров на основе эпоксидных смол» (Санкт-Петербург, 2019).

Публикации. По теме диссертации опубликованы 9 печатных работ, из которых 1 – в иностранной печати, 5 – в реестре изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве науки и высшего образования Российской Федерации.

Объем и структура диссертационной работы. Диссертация изложена на 154 страницах машинописного текста, состоит из введения, обзора литературы, главы материалы и методы исследований, собственных исследований, обсуждения результатов исследований, выводов, практических рекомендаций,

перспектив дальнейшей разработки темы, приложения и списка литературы, включающего 152 источника отечественной и 71 источников зарубежной литературы. Текст иллюстрирован 17 таблицами, 83 рисунками.

Глава 1. Обзор литературы

Все достижения современной терапевтической стоматологии базируются на многолетнем опыте научных исследований, подкрепленных практической деятельностью врачей. Многочисленные сведения о формировании зубоврачевания в различные эпохи позволяют отследить тенденцию развития эндодонтии как самостоятельной дисциплины с самых начальных ступеней становления медицины [62, 122].

Наиболее ранние из найденных следов кариозного поражения зубов человека датируются 100 000 – 50 000 лет до нашей эры одновременно с появлением вида *Homo Sapiens*. Согласно современным представлениям, первая попытка пломбирования зуба была выявлена около 13000 лет назад. Открытие было сделано на севере Италии международной командой археологов.

Кариозная полость была подвергнута воздействию абразивных материалов, о чем свидетельствуют многочисленные насечки на стенках. Пломба состояла из смолоподобного соединения – битума с примесью различных растительных волокон и волос [216]. Более ранние следы вмешательства в зубочелюстную систему не сопровождались нахождением остатков пломб. В дальнейших археологических исследованиях обнаруживалось множество свидетельств зубоврачебной деятельности в различные годы. Первые письменные свидетельства стоматологической помощи были найдены во многих наиболее развитых частях света. В одном из крупнейших городов Шумерской цивилизации обнаружили иероглифические письмена, описывающие лекарства, методы, применяемые в лечении, в том числе и стоматологическом (около 3500 -3000 лет до нашей эры). На территории древнего Египта был найден папирус Эберса, датируемый 3000 – 2000 лет до н. э., в котором отдельная глава была посвящена стоматологическому лечению (методики шинирования, различные лекарственные препараты). В одном из древнекитайских трактатов о медицине (2500 год до н.э.) приведено множество рецептов и техник изготовления зубных протезов. Один из

наиболее обширных медицинских литературных памятников – «Аюрведа» (1800-1700 год до нашей эры), найденный в древней Индии, содержит сведения о методах лечения заболеваний челюстно-лицевой области, а также многочисленные рецепты лекарственных препаратов. В сочинениях Гиппократ (5 век до нашей эры) обнаружено множество сведений касаясь хирургического лечения заболеваний зубов, вывихов, переломов [62, 142].

В 1700 году во Франции зубопротезирование стремительно стало развиваться под влиянием Пьера Фошара – личного дантиста Людовика XV. Были применены методы изготовления искусственных коронок, использование амальгамы в качестве пломбировочного материала. В 1836 году впервые для некротизации пульпы зуба использовались соединения на основе мышьяка. Касаясь зубопротезирования во времена Киевской Руси известно немного. Большинство случаев заболеваний зубов заканчивались их экстирпацией, о чем косвенно свидетельствует название специалистов, проводивших данную процедуру – «зубоволоки». Эти сведения подтверждаются археологическими находками того времени [122, 202]. Существовали консервативные методы лечения, согласно которым применялись полоскания, ротовые ванночки, аппликации различных отваров и настоек. Так в материалах, датированных 12 веком, найдена информация, что один из киевских врачей – Агапий использовал отвар белены чёрной, касатиковую настойку. Особенность государственного строя не позволяла развиваться данному направлению столь же стремительно, как во многих других индустриальных странах. Более стремительное развитие стоматология получила во времена правления Петра I [62].

Накопление сведений в области естественных наук, а также развитие научно-технического прогресса формировало базу для развития эндодонтии. Многочисленные исторические свидетельства эндодонтического лечения, а также результаты научных исследований создавали условия для развития эндодонтии как науки. В 1911 году в журнале *Lancet* была опубликована работа Уильяма Хантера, показавшего роль микрофлоры, находящейся в запломбированном зубе, в развитии таких тяжелых состояний как сепсис. Данная работа послужила

мощным толчком к многочисленным исследованиям, а также к массовому обращению пациентов за стоматологической помощью. В 1920 году исследования рентгеновских лучей привели к широкому распространению метода прицельной рентгенографии [122]. Это сделало возможным обнаружение очагов резорбции кости в области корней зубов. Исследования содержимого каналов приводили к выявлению микроорганизмов. Это способствовало укреплению мнения, согласно которому необходимо экстирпировать пораженные зубы. Последующие открытия в течение 30-35 лет стали расцветом современной эндодонтии. Микробиологи изучили состав инфицированных корневых каналов, физиологи и патофизиологи – детально реакцию тканей зуба и периапикальной области на различные стоматологические вмешательства. Рентгенография позволила определить необходимые границы работы, а клиницисты предложили множество вариантов асептического воздействия на корневые каналы [10, 122].

Долгое время обычным методом лечения считалось прижигание пульпы раскаленной проволокой или воздействие различных агрессивных жидкостей, таких как кислоты. Множество иных способов девитализации с применением мышьяковистой пасты были распространены позднее. В 19 веке для удаления повреждённой и зараженной пульпы из корневого канала зуба были использованы первые эндодонтические инструменты, подобные маленьким крючкам, а появившаяся в 20 веке местная анестезия позволила проводить данную процедуру безболезненно. Вплоть до этого времени основной и единственной целью стоматологического лечения являлось устранение болевых ощущений. Однако изменения зубочелюстной системы вследствие потери зуба привели к повышению ценности зубосохраняющих операций. Новые открытия позволили выполнять их на высоком уровне [54, 122].

На сегодняшний день одним из наиболее сложных разделов современной терапевтической стоматологии является лечение осложнений кариеса. Данная патология наиболее широко представлена различными формами пульпитов и периодонтитов. Современная стоматология устанавливает перед собой еще одну задачу – эстетическая реабилитация пациентов после эндодонтического лечения.

Этому способствует сегодняшняя тенденция развития дисциплины, направленная на все большее усложнение и повышение требований к качеству выполнения работы. Анализируя литературу на предмет частоты встречаемости эндодонтического лечения у людей, были получены следующие данные. В среднем в развитых странах около 72 – 83 % всего населения в анамнезе имеют как минимум один зуб, подвергнутый эндодонтическому лечению [3, 40]. В отечественной стоматологии данный показатель выше – 91- 93% [25, 57]. Для того чтобы получить стойкий положительный результат лечения, необходимо добиться выполнения ряда условий, которые можно разделить на три группы:

Во-первых, мануальные навыки врача стоматолога:

1. Соблюдение правил асептики и антисептики.
2. Следование протоколам лечения.
3. Грамотная инструментальная обработка корневого канала.
4. Достаточная ирригация и т.д.

Во-вторых, качество стоматологических материалов:

1. Механические свойства.
2. Химические свойства.
3. Биологические свойства.
4. Особенности и условия работы.

В-третьих, реактивность организма пациента:

1. Соматические патологии.
2. Состояние иммунной системы.
3. Сенсibilизированность организма.
4. Регенерационные способности организма.
5. Гормональный фон.
6. Возраст, пол.
7. Диета пациента.
8. Прием лекарственных препаратов и биологически активных добавок

[5, 100, 101].

Количество осложнений прямо коррелирует с количеством корневых каналов в зубе. Например, в премолярах и молярах оно достигает 75-80%. Спустя год после стоматологического вмешательства на повторный прием по поводу леченого зуба обращаются пациенты с диагнозом пульпит в 43% случаев, а с диагнозом периодонтит – 58%. При развитии осложнений на фоне хронического периодонтита в 5-7% случаев происходит удаление зуба. У 5-6% пациентов возникают осложнения вследствие перфорации корня, избыточного выведения материала за апекс корня, развития апикального периодонтита корня. Эти данные обусловлены ошибками лечения, отступлением от протоколов, а также несовершенством используемых материалов [18, 114].

Для оптимизации лечения была создана классификация, позволяющая ориентироваться в возможных осложнениях, а также понять пути их преодоления и предотвращения. Все ошибки и осложнения, допущенные в ходе лечения на любом из этапов, приводят к серьезным последствиям в соответствующих анатомо-топографических отделах челюстно-лицевой области. Они делятся на проявившиеся непосредственно после или во время лечения – ближайшие, и отдаленные – обнаружившиеся спустя некоторое время после окончания лечения. Осложнения представлены инфицированием корневого канала микрофлорой, содержащейся в полости рта. Это происходит из-за проникновения микроорганизмов из полости рта в корневой канал [19, 154]. Контаминация корневого канала возможна вследствие следующих причин:

1. при некачественной изоляции рабочего поля в случае попадания ротовой жидкости в процессе лечения;
2. при неполном удалении некротических масс из полости зуба;
3. при некачественной изоляции корневых каналов между посещениями;
4. другие причины [16, 106].

Также осложнения часто представлены ошибками в формировании доступа к устью корневого канала. Недостаточное удаление нависающих краев зуба, неполноценное раскрытие устьев приводит к необходимости излишней нагрузки

на эндодонтические инструменты. Это может спровоцировать множество других осложнений, таких как [46, 74]:

1. Перфорация дна и стенок полости зуба. Данное осложнение встречается в 3-12% случаев всех осложнений, как правило, в изогнутых каналах.

2. Обтурация просвета корневого канала дентинными опилками, которая проявляется невозможностью проникнуть инструментами глубже места скопления дентинной пробки. Кроме того, излишняя компрессия может привести к выталкиванию дентинной пробки, эндолубрикантов и прочих веществ за верхушку корня, что провоцирует воспаление и развитие дальнейших деструктивных процессов [24, 38, 112].

3. Создание апикального расширения при искривлении канала корня, или «Zipping». Данное осложнение является результатом использования негибких инструментов. В случае сохранения формы канала файлом при вращательных движениях образуется излишнее воронкообразное расширение. Часто происходит одновременная блокировка канала дентинными опилками.

4. Излишнее латеральное расширение канала по внутренней кривизне, или «Stripping». Недооценка кривизны канала, использование машинных, негибких файлов приводит к излишнему удалению тканей стенок, что ослабляет корень зуба.

5. Разрушение физиологического или анатомического сужения канала. Причина развития осложнения – ошибки на этапах определения длины корневого канала, а также работа без ограничивающих колец на инструментах.

6. Поломка инструмента в корневом канале, или фрагментация инструмента. Осложнение вызвано нарушением техники работы с эндодонтическим инструментарием.

7. Неоднородное некачественное заполнение системы корневых каналов. Недостатки обтурации обусловлены неверным выбором материала или ошибками в процессе работы. Также физико-химические свойства материалов ограничивают качество обтурации корневого канала.

8. Продольный перелом корня вследствие чрезмерной нагрузки в процессе obturation. Чаще всего патология встречается при проведении латеральной конденсации гуттаперчевых штифтов. Излишнее механическое давление способно сломать канал корня.

9. И другие осложнения [27, 63, 207].

Предотвращение развития осложнений кариеса является одной из основных целей современной терапевтической стоматологии. Для этого существуют различные подходы. Можно повышать качество стоматологического лечения путем предельно правильного выполнения этапов подготовки системы корневых каналов (инструментально и химически) с должной ирригацией, высушиванием и созданием оптимальных условий для obturation. Ответ организма пациента также может быть скорректирован фармакологически и физиотерапевтически с целью достижения стойкой и более быстрой реконвалесценции. Тем не менее, при условии безупречных навыков работы врача стоматолога совместно с оптимальными условиями со стороны организма пациента не менее важным фактором воздействия на результат лечения является тщательный подбор материалов и инструментов, применяемых в работе. Стремление повысить качество лечения является обуславливающим фактором многолетних попыток ученых модифицировать имеющиеся материалы и создавать новые [12, 13, 115].

1.1. Состав и виды современных obturation систем

Obturation системы корневого канала – это процесс плотного, герметичного его заполнения пломбировочным материалом. При этом преследуются следующие цели:

1. Ликвидация или предупреждение развития патологического процесса в периодонтальной области.
2. Восстановление функции периодонта зуба.
3. Герметичная obturation во избежание проникновения тканевого экссудата в корневой канал и растворения пломбировочного материала [1, 6, 43].

На сегодняшний день существует две группы методик для obturации системы корневых каналов:

1. Однокомпонентная;
2. Двухкомпонентная [33, 176, 183].

Однокомпонентная техника представлена методом одной пасты (силером, от английского «to seal» - герметизировать). Метод используется для временного пломбирования системы корневых каналов при применении пластичных нетвердеющих материалов или для постоянного, если используются пластичные твердеющие или твердые материалы. Как правило, в качестве твердеющих паст используется материалы на основе цинкоксидаэвгенола и резорцин-формальдегида. Данный способ obturации прост в выполнении, подходит для искривленных каналов, однако, недостатком является неконтролируемое качество выполненной работы. Возможно наличие пустот, полостей в материале, которые могут привести к различным осложнениям эндодонтического лечения. Существует два варианта проведения работы: ручной и машинный (при помощи каналонаполнителя) [146, 149, 214].

Ручная методика подразумевает внесение материала на эндодонтических инструментах и конденсирование его ватной турундой. После obturации корневого канала излишки материала удаляются ватным шариком. Использование каналонаполнителя сопряжено с рядом особенностей в работе. Во-первых, используемый каналонаполнитель должен быть на 1 размер меньше последнего инструмента, используемого для расширения корневого канала. Это условие необходимо для снижения риска заклинивания каналонаполнителя [169, 209]. Во-вторых, скорость вращения инструмента не должна превышать 110 ± 10 оборотов в минуту. После внесения материала в корневой канал и запуска наконечника спустя 3 секунды следует медленно вывести каналонаполнитель, не прекращая вращение инструмента. Данную процедуру повторяют до полной obturации корневого канала, а излишки силера удаляют ватным шариком [7, 8].

Существует также третья, комбинированная методика, используемая в корневых каналах с широким апексом. Вначале работа выполняется ручным

методом, а после obturирования $1/3$ длины канала – машинным способом при помощи каналонаполнителя [20, 32, 53].

Вследствие выраженной усадки пастообразных твердеющих материалов на основе цинкоксидаэвгенола и резорцин-формальдегида образуются полости и пустоты в пломбировочном материале, а также между ним и стенкой корневого канала. Это приводит к ряду осложнений эндодонтического лечения. Данное обстоятельство послужило причиной поиска вариантов усовершенствования представленной методики. Так как конечной целью пломбирования является получение качественной трехмерной obturации максимально стерильных корневых каналов, то пути модернизации разделились на следующие направления:

1. Уменьшение объемной усадки материала;
2. Достижение максимальной стерильности;
3. Увеличение адгезионных свойств материала [21, 77].

В силу низкой химической адгезии материалов на основе цинкоксидаэвгенола и резорцин-формальдегида к стенкам корневого канала возможно образование участков, в которых материал плохо контактирует со стенками канала корня и не закупоривает дентинные микроканалы. Группой авторов была предложена методика пломбирования корневых каналов с применением корневого бонда и силера [31]. Для выполнения данной методики необходимо в подготовленный для obturации корневой канал ввести раствор специального адгезива, после отверждения которого вносится силер. Результаты эксперимента показали существенное увеличение прочностных характеристик зуба в 2,5 раза. Данные рентгеноспектрального микроанализа показали повышение концентрации кальция и фосфора в дентине корня в 1,3 раза. Результаты бактериальных посевов распломбированных зубов через 3 и 7 дней показали отсутствие микрофлоры в 100% случаев. Результаты исследования показывают что, однокомпонентный метод пломбирования системы корневых каналов имеет право на существование как вариант выбора врача стоматолога [9, 23, 53].

Другой путь модернизации техники obturation представлен способами достижения максимальной стерильности системы корневых каналов. В данную группу входят многочисленные варианты ирригации, использование лазера и, в случае невозможности удалить всю пульпу корня зуба – мумификационные техники [9, 49, 80].

Использование различных растворов с целью промывания системы корневых каналов преследует несколько целей. Во-первых, очищение системы корневых каналов механически за счет давления жидкости. К тому же применение химически активных веществ, растворяющих неорганические и органические компоненты содержимого канала корня, способствует более глубокому очищению [18, 42, 75]. Во-вторых, действие растворов для ирригации часто носит дезинтоксикационный характер. Столь большое значение данного этапа привело к появлению многочисленных исследований на тему ирригации системы корневых каналов и широкому внедрению этого способа обработки. Согласно литературным источникам, современная стоматология неприемлема без грамотной ирригации [94, 57, 124]. Все методики делятся на 5 групп [37, 120]:

1. Ручные;
2. Ультразвуковые;
3. Звуковые;
4. Лазерные;
5. Гидродинамические.

Ручные техники являются наиболее традиционными и хронологически наиболее ранними из всех представленных. Методика выполняется при помощи эндодонтического шприца и специальной иглы для проведения ирригации. Жидкость под давлением поршня выталкивает из корневого канала дентинную стружку, остатки пульпы, различных материалов и др. [58, 120]. Дополнительное воздействие на структуры канала корня обусловлено химическим строением веществ, входящих в состав ирриганта. От того, насколько близко кончик иглы расположен к апексу корня, зависит качество обработки нижней трети корневого канала. Чем ближе он к апексу, тем качественней. Однако с приближением иглы к

верхушке зуба возрастает риск выведения ирриганта в периапикальные ткани. Следует соблюдать определенный баланс, правильность выполнения которого регламентируется конкретным клиническим случаем. Также важно выполнять возвратно-поступательные движения иглой с целью исключения заклинивания последней в канале корня. Следует учитывать множество деталей, которые определяют выбор конкретного размера и типа иглы для каждого клинического случая: конусность канала, размер мастер штифта и так далее [54, 137, 177].

Оказываемые эффекты ирригации можно усилить путем активации раствора. Существует большое количество методик, но самой популярной, согласно литературным источникам, является пассивное ультрасонирование, или ультразвуковая активация. Для выполнения данной операции необходимо устройство, производящее данного рода колебания. Насадка такого аппарата представлена тонким файлом, размер которого подбирается в соответствии с размером канала. Ультразвуковые колебания передаются на жидкость, что формирует ряд эффектов. Один из них – акустическая кавитация. Данное явление представляет собой образование пузырьков газа в жидкости, формируемых колебаниями на ультразвуковых частотах. Они лопаются, что создает дополнительное механическое воздействие на стенки корневого канала особенно в боковых ответвлениях. Кроме того схлопывание пузырьков провоцирует мощные гидродинамические микроударные волны, которые разогревают жидкость и тем самым дополнительно активируют ее.

Звуковая ирригация является сходной методикой, однако амплитуда колебаний существенно больше, но частота ниже, чем у ультразвуковых [52, 152, 156]. В отличие от предыдущих методик техника гидродинамической ирригации представляет собой систему, состоящую из наконечника, устанавливаемого на турбинный провод стоматологической установки. Используя давление сжатого воздуха, жидкость нагнетается в корневой канал, интенсивно его очищая. Данный метод эффективен, но не применим в случае использования агрессивных ирригантов в силу того, что, согласно исследованиям Fukumoto Y. и Nielsen B.A.,

в 80% случаев наблюдается выведение раствора за пределы апекса корня зуба [102, 174, 175].

Использование лазеров повышает качество очистки корневых каналов. Это относительно новое направление в данной области, но при этом весьма эффективное, согласно исследованиям Bergmans L. Суть метода заключается во внесении в канал корня фотосенситайзера, который следом облучают лазерным лучом с малой мощностью. Обычно используется толониума хлорид. Светочувствительные молекулы фотосенситайзера производят под действием излучения множество свободных радикалов, уничтожающих все микроорганизмы, находящиеся в корневом канале [108, 162, 163].

В случае если не удастся провести полноценную механическую обработку канала, и в нем остается инфицированная пульпа, прибегают к методам мумификации. Суть метода заключается в пропитывании тканей пульпы веществами, такими как тимол, камфора, йодоформ, крезол, парахлорфенол и другие. Конечная цель этого процесса – превращение пульпы в асептический тяж, который не будет подвергаться гнилостному распаду длительное время. Эффективность данных методов невысока согласно исследованиям Стоматологической ассоциации России (СтАР), однако, многие стоматологи продолжают использовать эту технику в случае недостаточного материально-технического оснащения [67, 138, 144]. Выделяют 3 метода:

1. Резорцин-формалиновый метод.

Суть метода заключается в нагнетании жидкости с резорцин-формалином в корневой канал, на устье оставляют пропитанный этим же раствором шарик и закрывают пломбировочным материалом на 2 суток. Повторяют данную методику около 4 раз. В последнее посещение добавляется катализатор, в роли которого обычно выступает хлорамин. После этого пломбируют канал корня зуба резорцин-формалиновой пастой.

2. Метод серебрения.

Данная методика представлена пропитыванием канала корня раствором нитрата серебра с последующим нагнетанием восстановителя. Происходит

реакция восстановления, и серебро осаждается на стенках корневого канала (реакция серебряного зеркала). Данные манипуляции проводятся в течение 4 посещений.

3. Комбинированный метод.

Представляет собой сочетание метода серебрения и резорцин-формалинового метода [59, 03, 164].

Третий вариант модернизации техники obturation корневого канала представлен наиболее широко. Для уменьшения усадки силера в его толщу стали вводить штифт – филер (от английского «to fill» – заполнять). Таким образом, был совершен переход к двухкомпонентным методикам obturation корневого канала. Хронологически первым вариантом модификации стал метод одного штифта и пасты. Суть данного метода obturation представлена механическим смещением силера ближе к стенкам корневого канала, что повышает шанс успешной obturation в сравнении с методом одной пасты. Корневой канал, подготовленный к obturation, заполняют силером, после чего вводят в канал штифт на заданную глубину. Выступающие части штифта удаляют, и после полного застывания материала приступают к реставрации зуба. Тем не менее, между штифтом и стенкой корня остается довольно большое пространство, что повышает риск наличия полостей, пустот, отрыва материала от стенки корневого канала. Также осложнением данной техники obturation является частое выталкивание силера за верхушку корня. К тому же, данный метод применим лишь к корневым каналам с круглым сечением, и не обеспечивает obturation боковых ответвлений. Следующим этапом развития obturation являются техники, в которых учитываются имеющиеся недостатки. Так стала применяться техника пломбирования корневого канала при помощи пасты и нескольких штифтов [26, 64, 105].

Двухкомпонентная техника обладает рядом преимуществ. Во-первых, усадка в силу пластичности филера уменьшается, а, во-вторых, результаты лечения стали более прогнозируемыми. В качестве штифта для obturation корневых каналов за последние 200 лет использовалось множество различных

материалов: серебро, титан, пластмасса, стекловолокно и гуттаперча. Штифты из серебра использовались на протяжении 50 лет. Исследователи полагали, что ионы данного металла могут поддерживать стерильность среды. Однако количества выделяемых ионов оказалось недостаточно. К тому же коррозия серебра сопровождалась выделением веществ, отрицательно влияющих на окружающие ткани. К недостаткам относится твердость штифта, не позволяющая ему проникать в сильно искривленные каналы, поперечное сечение штифта – круг, однако известно, что корневой канал в 70 % имеет щелевидную, овальную, плоскую, каплевидную формы, в 8 % случаев канал имеет С – образную форму [17, 18, 198]. Последние недостатки свойственны и титановому штифту, однако вредного воздействия оказалось меньше вследствие высокой биосовместимости металла к организму человека. Филер из пластмассового штифта обладает сходными отрицательными свойствами, однако, его использование увеличивает риск аллергической реакции. Стекловолоконный штифт более биотолерантен, однако, недостаточная гибкость не позволяет качественно obturировать корневой канал. Кроме того, у всех материалов отсутствует химическая адгезия к стенкам канала корня зуба [47, 55, 165].

В 1867 году Бауман (Bowman) предложил использовать в качестве филлера гуттаперчевые штифты. Данный материал обладает рядом недостатков: отсутствие адгезии к стенкам корневого канала, округлая форма в поперечном сечении, а также легкое смещение под давлением и недостаточная жесткость. По данным литературы материал обладает рядом положительных свойств. Во-первых, удобство в использовании, во-вторых, он рентгеноконтрастен, в третьих, гуттаперчевые штифты обладают толерантностью к тканям тела человека. Биосовместимость гуттаперчи изучалась в исследованиях на животных [139, 201, 212]. Кусочки гуттаперчи имплантировались под кожу и спустя различные отрезки времени извлекались вместе с окружающими тканями. Гистологическое исследование показало образование коллагеновой капсулы вокруг имплантата и невыраженную воспалительную реакцию окружающих тканей, а в некоторых образцах – полное отсутствие воспаления. Однако ряд исследований показывает,

что гуттаперчевые штифты обладают цитотоксичностью. Авторы предположили, что этот эффект связан с водорастворимыми веществами, содержащимися в штифте. Эти вещества могут высвободиться при разделении гуттаперчи на отдельные фракции. Pascon, Spengberg, Munaco и другие выполнили работу, заключающуюся в сравнении влияния на организм природной гуттаперчи и гуттаперчи, используемой при изготовлении штифтов [65, 103, 113, 220]. Результаты показали сходный невыраженный ответ организма на имплантацию образцов материала под кожу испытуемых животных. Также была выдвинута гипотеза, согласно которой оксид цинка, которого в штифтах до 70%, повышает их токсичность. Тем не менее, более поздние исследования показали обратный эффект – добавление данного вещества снижало цитотоксичность [113, 131, 184]. Все это обуславливало большой интерес к данному материалу среди стоматологов. Гуттаперча – специальным образом обработанный латекс, получаемый, в основном, из сока определённых деревьев (*Isonandra gutta*). Химически гуттаперча представлена трансформой полиизопрена (Рисунок 1) [63, 91, 156, 187].

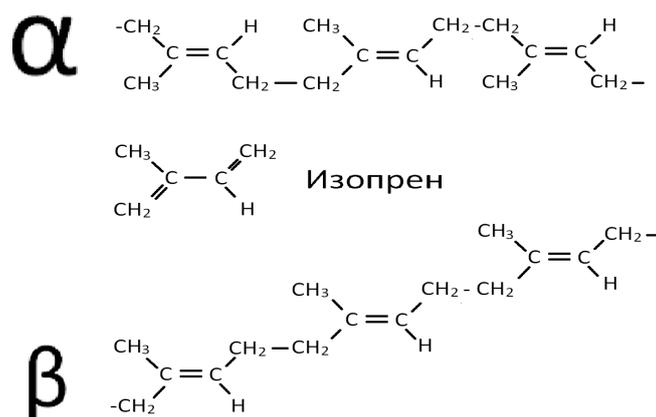


Рисунок 1 – Химическое строение молекулы изопрена. α - и β - формы гуттаперчи

При изготовлении штифтов помимо гуттаперчи (18-25%) в состав входят оксид цинка (55-70%), воск (смола) 1-4 %, который обеспечивает податливость и

хорошую конденсацию, а также соли металлов для рентгеноконтрастности (1-17 %) и прочие примеси [51, 145].

Она существует в трех формах: α , β и γ . Также существует аморфная расплавленная гуттаперча. α -форма текучая, размягчается при сравнительно низкой температуре (42-49°C). β -форма гуттаперчи более гибкая, упругая. Она размягчается при температуре 53-59°C. γ -форма гуттаперчи размягчается при температуре 56-62°C. При нагревании α -формы гуттаперчи более 65°C она плавится, становится текучей. При длительном остывании (0,5 °C за 60 минут) происходит α -кристаллизация. При обычной скорости остывания происходит β -кристаллизация. β -форма гуттаперчи используется для создания штифтов. По истечению срока годности, объявленного производителем, β -форма гуттаперчи начинает трансформироваться в α -форму. В процессе остывания гуттаперча подвергается значительной усадке [65, 78]. Помимо термического воздействия на материал существует химический способ. Однако недостатками данного метода являются значительная усадка, а также испарения растворителя могут негативно воздействовать на окружающие ткани, затрудняя их регенерацию, повреждая их [28, 29, 104].

Вследствие популярности среди стоматологов гуттаперчевые штифты стали выпускаться в различных формах. Наиболее популярен стандартный вариант, где все штифты единой конусности, а размеры обычно варьируют в пределах от 10 до 140 по ISO. Существует также буквенная классификация, согласно которой XXF - очень-очень тонкие, XF - очень тонкие, F - тонкие, M - средние, L - большие. Не менее распространена гуттаперча разной конусности: fine, medium, large и другие. Многие фирмы, выпуская инструменты для механической обработки корневого канала, предлагают штифты оптимальной для них конусности [60, 66, 76, 127].

Исследования Holland, Podbielski демонстрируют эффективность гуттаперчевых штифтов, в состав которых входит гидроксид кальция. Данный материал оказывает хорошие ингибирующие свойства на микроорганизмы, содержащиеся в корневых каналах. Также было исследовано изменение свойств штифтов при добавлении других компонентов. Так ряд работ посвящен

исследованиям последствий добавки в состав штифтов йодоформа. Данное вещество оказывает выраженный ингибирующий эффект на *Streptococcus sanguis* и умеренный – на *Enterococcus faecalis* [95, 98, 166].

Самой распространенной методикой obturation корневых каналов считается «методика латеральной компрессии холодной гуттаперчи». Данный метод подразумевает поэтапное введение гуттаперчи с небольшим количеством силера с последующей компрессией штифтов к стенкам канала. Для выполнения данного метода проводится инструментальная обработка корневого канала с достаточной ирригацией [160, 172, 210]. После высушивания бумажными штифтами в канал вносится небольшое количество силера и вводится гуттаперчевый мастер-штифт. Его длина определяется мастер-файлом. Следом за введенным штифтом проводится его компрессия при помощи спредера соответствующего размера. В образовавшееся пространство вводится следующий гуттаперчевый штифт с последующей компрессией спредером, причем глубина введения каждого последующего штифта меньше, чем глубина введения предыдущего. Согласно данным Чогаев, стандартизованные ручные спредеры (по ISO) необходимо вводить в корневой канал на расстояние до 1 мм от кончика гуттаперчевого штифта, что улучшает гомогенность и плотность пломбирования [34, 130]. Данная процедура повторяется до достижения оптимальной obturation канала корня зуба, которая определяется невозможностью ввести спредер в корневой канал. Следующим этапом выступающие концы штифтов удаляют нагретым инструментом и вертикальной компрессией гуттаперчи закрывают устье корневого канала [73, 203, 205].

Качество obturation системы корневого канала методом латеральной компрессии зависит от ряда факторов:

1. Формы канала после инструментальной обработки.
2. Равномерной конусности. Данный показатель зависит от толщины стенок корневого канала.
3. Апикального уступа. Уступ препятствует выведению материала за верхушку корня зуба при проведении компрессии.

4. Соотношения гуттаперчи и силера. Оптимальным считается следующее соотношение: 5% силера, 95% гуттаперчи [88, 89, 110].

В попытках увеличения качества obturation корневого канала было представлено множество вариаций данной техники. В 1967 году Schilder предложил технику вертикальной конденсации разогретой гуттаперчи. Проводится инструментальная обработка корневого канала с достаточной ирригацией. После высушивания бумажными штифтами гуттаперчевый мастер-штифт устанавливается в корневом канале таким образом, чтобы кончик гуттаперчевого штифта не доходил до апекса 1 мм. Используя гуттаперчевый штифт, вносится силер [49, 68, 85, 86].

Техника вертикальной компакции включает следующие этапы:

1. Используя разогретый спредер, избыток гуттаперчи удаляют.
2. Используя плаггер, проводят компакцию термопластифицированной гуттаперчи.
3. Разогретый спредер на размер меньше погружают в срединную часть канала на 3-4 мм. После остывания удаляется избыток гуттаперчи со стенок.
4. Используя плаггер меньшего размера, производят компакцию термопластифицированной гуттаперчи.
5. Используя разогретый спредер меньшего размера, удаляют последующую порцию материала.
6. Используя плаггер маленького размера, производят компакцию гуттаперчи в апикальной части, тем самым obturating апикальную дельту.
7. Затем в канал корня вводят сегмент гуттаперчевого штифта. Его длина составляет около 3 мм. Сегмент размягчается, и производят компакцию гуттаперчи в корневом канале. Данную процедуру проводят до полной трехмерной obturation корневого канала [92, 96, 200].

Преимущества вышеописанного метода: качественное заполнение корневого канала (включая боковые ответвления) и однородность корневой пломбы. Данный метод не лишен недостатков – опасность термического

повреждения периапикальных тканей, избыточное выведение материала за верхушку [57, 153, 211].

Горячая гуттаперча может оказывать дополнительный негативный эффект на окружающие ткани периодонта. Однако Назарян с соавторами показали в своих исследованиях, что нагревание поверхностных частей корня зуба не превышает порогового значения температуры, а значит, при соблюдении правильной техники работы не оказывает необратимых повреждающих воздействий на окружающие ткани [4, 145, 163].

Многими исследователями проводились попытки использования химических веществ, размягчающих гуттаперчу, для избегания вредного термического воздействия без потери возможности заполнения боковых ответвлений корневых каналов. Данная техника получила название – «погружной метод». При этом использовался ряд растворителей (хлороформ, некоторые масла). Однако существенный недостаток данного метода заключался в воздействии испаряющегося растворителя на окружающие ткани, а также выраженная деформация гуттаперчевого штифта, приводящая к микроподтеканию [92, 130, 213].

Вскоре была разработана термопластическая инъекционная техника. Данный метод требует использования специальной системы – Obtura II (Obtura Corp.). Технически пломбирование каналов включает следующие этапы:

1. Проводится инструментальная обработка корневого канала с достаточной ирригацией.
2. После высушивания бумажными пинами вносится силер, используя гуттаперчевый штифт.
3. Расплавленную гуттаперчу, используя специальный шприц, вводят в канал, тем самым обеспечивая трехмерное заполнение канала [48, 140, 147].

Однако, используя данный метод без полноценной компакции, часто возникают постэндодонтические осложнения – усадка материала, пустоты и поднутрения, недоведение материала до апекса [118, 117, 185].

Примером использования obturаторов с α -гуттаперчей является система «Квик Фил». Это классический представитель техники термомеханической конденсации. Особенностью данной системы является использование в качестве носителя титанового штифта, на который нанесена α -гуттаперча. В дальнейшем титановый штифт оставляется в канале, выступая в роли армирующего агента. Данный метод требует использования специализированного, механического, вращающегося инструмента – гутта-конденсатора. Проводят механическую и химическую обработку канала корня, высушивание его бумажными штифтами. Далее, подобрав штифт на 2 размера больше последнего используемого файла, со скоростью вращения не ниже 8000 оборотов в минуту вводят его в канал [151, 167, 205].

Недостатки представленного метода:

1. Высокий риск поломки инструмента в корневом канале в процессе коМПАкции.
2. Образование пустот и поднутрений в гуттаперче вследствие приклеивания ее к инструменту.
3. Не гарантирует надежную obturацию боковых ответвлений в системе корневого канала [171, 222].

Примером удачного сочетания машинных методов обработки со специализированными obturаторами является система «Термафил». Данную систему создал Jonhson W. В. в 1978 г. Тем не менее, популярность она обрела после широкого распространения машинной техники обработки корневого канала в силу быстрого придания ему оптимальной формы. Данный штифт состоит из пластикового obturатора, на который нанесена α -гуттаперча. Используя специальную печь (Therma Prep), штифт разогревают, увеличивая пластичность и текучесть нанесенной гуттаперчи. Недостаточная гибкость пластмассового носителя затрудняет работу в искривленных каналах. Исправляя это недостаток, на стоматологическом рынке появился новый obturатор – «Gutta Core™». Его стержень выполнен из определенным образом обработанной β -формы гуттаперчи, которая покрывается слоем α -гуттаперчи [148, 173, 141].

Дальнейшее развитие и модификация данной методики привели к созданию ряда схожих техник. Стефан Бьюкенен разработал технику непрерывной волны, которая унаследовала преимущества термопластифицированной гуттаперчи. Данный метод требует использования устройства «System B» (SybronEndo/Analytic), а также специальных плаггеров. Алгоритм методики следующий:

1. После подготовки системы корневых каналов к obturации производят определение наиболее подходящего плаггера для работы. Критерием выбора являются два показателя: конусность и длина инструмента. Кончик плаггера не должен достигать 3-5 мм до верхушки, при этом подбирается наибольшая конусность без оказания повышенного давления на стенки.

2. Выполняется этап «downpack»: в корневой канал вводится один гуттаперчевый штифт с небольшим количеством силера оптимальной конусности.

3. При помощи активируемого плаггера штифт обрезается у устья корневого канала.

4. Разогретый плаггер продвигают вглубь корневого канала, постепенно расплавляя гуттаперчевый штифт.

5. После полного погружения плаггера на заданную глубину он удерживается с постоянным давлением в течение 10 секунд с целью предупредить усадку материала. Затем устройство отключают и, спустя несколько секунд, активируют на 1 секунду и затем извлекают.

6. Выполняется этап «backfill». Для этого кончик инструмента для термопластифицированной инъекционной obturации корневого канала располагают насколько возможно апикальнее. Активация устройства приведет к заполнению канала термопластифицированной массой.

7. Ручным плаггером проводится дополнительная конденсация до застывания массы [70, 71, 189].

Объединяя лучшие стороны предыдущих методик, были разработаны комбинированные техники. При данных методиках используются специальные системы – «Elements Obturation Unit», «SybronEndo»; «E&Q Plus», «MetaDental», «Co». А также компьютеризированный вариант, позволяющий не отвлекаться на

некоторые технические моменты, контроль над которыми взял на себя специальный прибор. Система «E&Q Plus» требует использования системы специальных устройств: блока управления с информацией о температуре гуттаперчи, инъекционного пистолета для термопластифицированной гуттаперчи и наконечника с различными насадками для компакции гуттаперчи [90, 182, 195].

Предварительно проводится инструментальная обработка корневого канала с достаточной ирригацией.

Методика работы с системой:

1. Подбирается подходящий мастер-штифт. Конусность и длина которого должны соответствовать таковым параметрам в отпрепарированном корневом канале.

2. Кончик гуттаперчевого штифта обрезают на 0.5-1 мм для того, чтобы при компакции гуттаперчи не вывести ее за верхушку канала.

3. Припасовка штифта в корневом канале.

4. Подбор подходящих плаггеров, длина которых фиксируется силиконовыми стопперами.

5. Подбор подходящей насадки «E&Q». Она не должна доходить до рабочей длины на 5-7 мм. Длина фиксируется силиконовыми стопперами.

6. Высушивание корневого канала бумажными пинами. Вводится мастер-штифт с использованием силера.

7. На наконечнике «E&Q» устанавливается температура равная 250°C. Насадка вводится в канал и активируется, срезая гуттаперчу в коронковой части.

8. Термопластифицированная гуттаперча конденсируется плаггером [90, 103, 210].

Процедура проводится до тех пор, пока апикальная часть канала не будет полноценно obturирована. Дальнейшее пломбирование проводится по одной из двух методик:

1. Методикой вертикальной компакции – заполняется средняя и коронковая трети канала.

2. Путем порционного введения термопластифицированной гуттаперчи пистолетом «E&Q» с последующей компакцией плаггером подходящего размера [217, 219].

Таким образом, исходя из данных литературных источников, большое количество методик свидетельствует о продолжительной эволюции вариантов obturации системы корневых каналов. Техники, что обрели наибольшую популярность, одновременно являются и наиболее качественными. Так, метод латеральной компакции холодной гуттаперчи признан «золотым стандартом» в силу его значительной клинической эффективности, простоты манипуляций, надежности, и, как следствие, очень высокой распространенности. В качестве филера в большинстве случаев выступают те или иные гуттаперчевые штифты. Это обусловлено физико-химическими особенностями гуттаперчи и ее соответствием большинству стандартов лечения. Однако в силу отсутствия химической адгезии гуттаперчевого штифта к дентину корня зуба в качестве связующего компонента выступает наполнитель – силер (от английского «to seal» – герметизировать) [37, 179, 188].

По данным литературы с 1832 года, когда Ostermann использовал фосфатный цемент в качестве силера, материал претерпел ряд серьезных изменений. В попытках использовать различные химические вещества в качестве obturационного материала был сформирован ряд общих требований к данной группе. Список постоянно обновлялся и дополнялся различными исследователями (L.J. Grossman, Л.М. Цепов и др.) [54, 67, 91]. На сегодняшний день требования таковы:

1. Выраженная адгезия к стенкам корневого канала.
2. Оптимальная герметизация системы корневого канала.
3. Рентгеноконтрастность.
4. Бактериостатичность эндогерметика.
5. Нерастворимость герметика в корневом канале, но растворимость в периапикальных тканях.

6. Растворимость под действием определенных растворителей в случае необходимости распломбирования корневого канала.
7. Отсутствие канцерогенных, тератогенных, кариесогенных свойств.
8. Абсолютная биосовместимость и толерантность к тканям организма.
9. Легкость введения в систему корневых каналов.
10. Неизменность пластических свойств.
11. Отсутствие усадки эндогерметика.
12. Отсутствие окрашивающих эффектов на окружающие ткани.
13. Медленное отверждение материала.
14. Герметик не должен провоцировать иммунный ответ.
15. Не повреждать зачаток постоянного зуба при его наличии.
16. Рассасываться в процессе физиологической резорбции [180, 181].

Исходя из анализа литературных источников, на данный момент не существует материалов, которые удовлетворяют всем данным условиям одновременно. Тем не менее, долгий процесс эволюции эндодонтических материалов привел к созданию большого числа различных по химическому составу силеров.

Все известные герметики для пломбирования корневых каналов делятся на 2 большие группы:

1. Нетвердеющие;
2. Твердеющие [103, 109].

Нетвердеющие пасты используются для временной obturation системы корневых каналов. Такие пасты стимулируют регенерацию, обладают выраженным антисептическим, противовоспалительным воздействием на окружающие ткани сроком от нескольких дней до нескольких недель. Данная группа паст делится на подгруппы в зависимости от основного действующего компонента. В его роли могут выступать разные группы препаратов:

1. Антибиотики (обычно 2-3 разных препарата для максимально широкого противомикробного действия).

2. Метронидазол (особенно эффективен в отношении анаэробной микрофлоры).
3. Антисептики (обычно в составе пасты: креозот, йодоформ, камфора и др.).
4. Гидроксид кальция (высокощелочная среда (рН в среднем 12,3) имеет выраженные антибактериальные и регенерационные свойства).
5. Пасты на основе нетвердеющих материалов по окончании требуемого лечебного воздействия заменяют твердеющими материалами [116, 119, 125].

По данным литературных источников, к пластичным твердеющим наполнителям (силерам), согласно большинству классификаций, относят следующие группы:

1. Цинк-фосфатные цементы;
2. Стеклоиономерные материалы;
3. Препараты на основе оксида цинка и эвгенола;
4. Препараты на основе резорцинформальдегидной смолы;
5. Материалы с гидроксидом кальция;
6. Материалы на основе фосфата кальция;
7. Материалы на основе эпоксидных смол [133, 134, 151].

Историческое развитие силеров привело к накоплению большого количества различных в химическом отношении материалов. Каждый из них обладает своими особенностями, которые определяются химическим строением входящих в состав веществ [186, 190, 196].

Так, цинк-фосфатные цементы представлены широким выбором на отечественном и зарубежном рынке. Данный цемент состоит из порошка и жидкости, которые при смешивании образуют однородную массу. В состав порошка входит до 80-90% окиси цинка, оставшиеся 10-20% приходятся на оксиды кремния, висмута и магния. Жидкость представлена 20-30% водным раствором ортофосфорной кислоты [135]. Реакция взаимодействия данных компонентов представлена на Рисунке 2.

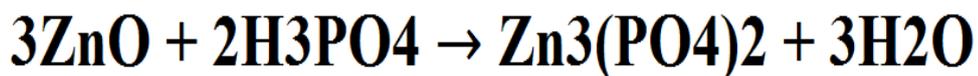


Рисунок 2 – Химическая реакция взаимодействия оксида цинка и ортофосфорной кислоты с образованием ортофосфата цинка и воды

В результате взаимодействия компонентов также образуются фосфаты цинка, алюминия и магния. В каждом цинк-фосфатном цементе строго определенное количество тех или иных веществ, соотношение которых определяет фирма изготовитель. Кислотно-основной показатель данного цемента равен $2,5 \pm 1,5$. Такое значение pH сохраняется около суток, после чего значение поднимается до нейтрального уровня. К основным положительным свойствам цинк-фосфатных цементов относятся: пластичность, хорошая адгезия, рентгеноконтрастность [67, 197]. Недостатками являются низкая прочность, пористость, выраженная усадка при отверждении. Характеристика механической пористости сильно варьирует в линейной зависимости от процентного соотношения жидкости и порошка в смешанном растворе, однако, все равно находится в пределах 40 – 140 МПа. Также недостатком данной группы цементов является короткое рабочее время. Материал теряет пластичность через 1 – 2 минуты после начала замешивания. Также в течение суток после смешивания компонентов происходит окончательное отверждение силера. До этого момента наблюдается высокая степень растворимости, которая может достигать 3% [136, 143, 163].

Группа стеклоиномерных цементов (СИЦ) обладает существенно более высоким уровнем биосовместимости. Данные силеры подходят в случаях ретроградного пломбирования, при наличии перфораций. При смешивании компонентов силера начинается процесс отверждения, уравнение химической реакции которого представлено на Рисунке 3 [127, 170].

представлен оксидом цинка (ZnO) [126, 157]. В исследованиях Serene и Schafer с соавторами оценивалась способность данного силера влиять на иммунную систему, а именно – на фазу воспаления [34, 40, 158, 176]. Результаты показали, что материал вызывает воспалительную реакцию, а не подавляет ее. Кроме того, Guigan и Araki в своем исследовании показал выраженный цитотоксический эффект материала на фибробластные клетки [156, 198]. Данные эффекты обусловлены в первую очередь действием эвгенола. Также в состав силера входят различные компоненты, влияющие на конечные свойства продукта. В зависимости от фирмы производителя может отличаться количественный и качественный состав. Так, частым компонентом является канифоль, или канадский бальзам, который улучшает адгезивные свойства материала. Также в состав силера на основе цинкоксида-эвгенола входят кортикостероидные препараты, устраняющие воспаление и антимикробные – для борьбы с инфекцией [47, 66].

Канифоль – это вещество, получаемое из ряда хвойных деревьев. Около 85-95% составляют трициклические смоляные кислоты (Рисунок 4), остальное – различные углеводороды, альдегиды, спирты, летучие соединения. Углеродная группа смоляных кислот обладает липофильным эффектом, она действует на липиды клеточных мембран, увеличивая их проницаемость. К тому же эти кислоты имеют антимикробный и цитостатический эффекты, что было доказано в исследованиях Soderberg, Verissimo [34, 39, 176, 220].



Рисунок 4 – Химические формулы некоторых циклических смоляных кислот, содержащихся в канифоли

Цитопротективный эффект на клетки тканей организма человека оказывает оксид цинка, что доказали результаты исследований группы авторов под руководством Sunzel, Huang [176, 186, 196]. Исходя из взаимодействия токсических эффектов между веществами входящими в состав препарата, исследователи пришли к выводу, что действие канифоли и смоляных кислот высокотоксично для тканей десны, однако добавление оксида цинка снижает выраженность токсической реакции. Причём эффекты уменьшались пропорционально увеличению процентного соотношения оксида цинка в составе препарата. Данные основывались на оценке полиморфноядерных лейкоцитов и фибробластов десны человека. Kolokuris, Gulati провели ряд исследований, используя неспецифические тесты гистосовместимости [176, 177, 183]. Ими было доказано, что силеры на основе эвгенола вызывают сильное раздражение тканей. Кроме того, дальнейшие исследования показали, что силер способен высвободить цинк, кальций, медь, так как повышенную концентрацию данных веществ обнаружили в ряде внутренних органов испытуемых грызунов [116, 132, 183].

Процесс отверждения цементов на основе цинкоксидэвгенола химико-физически представляет собой процесс внедрения оксида цинка в эвгенольную матрицу [142, 150]. Схематически это изображено на Рисунке 5.

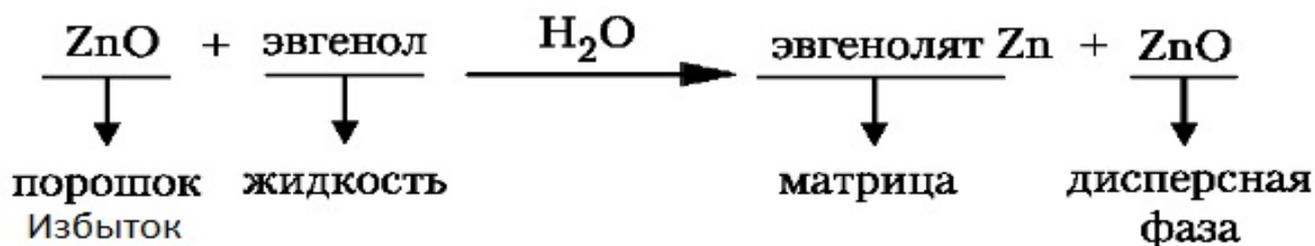


Рисунок 5 – Химическая реакция отверждения цинкоксидэвгеноловых цементов под действием воды

Эвгенол выделяется из отвердевшего цемента лишь в результате гидролиза хелатов, что показали исследования Wilson, Batchelor, Hume [186, 204]. Образцы

цинкоксидэвгенолового цемента (ЦОЭ) помещались в солевой раствор, после чего в первые секунды с поверхности материала происходило интенсивное выделение эвгенола. В дальнейшем выделение уменьшалось по экспоненте. В случае, когда раствор покрывал слой дентина, под которым был данный материал, выделение эвгенола набирало максимальное значение не сразу, а спустя несколько часов, а затем в течение нескольких недель выделение экспоненциально уменьшалось. Таким образом, исследователи установили, что негативное действие ЦОЭ цементов на ткани человека обусловлено контактом материала с увлажнёнными тканями человека. Через дентин материал не оказывает столь выраженного вредного воздействия на окружающие ткани, но сохраняет бактерицидные эффекты [158, 170].

Также в состав некоторых препаратов на основе цинкоксидэвгенола входит формальдегид. Исследовательская работа Spangberg и Langeland показала высокую токсичность данной группы препаратов [156, 207]. Коагуляционный некроз достигает своего максимального значения на 3 день, его регенерация занимает несколько месяцев. Данный срок прямо зависит от степени пропитывания тканей формальдегидом, а также индивидуальных особенностей организма. После вымывания последнего при условии обильного кровоснабжения происходит регенерация участка, однако в случае недостаточно развитой сосудистой сети наблюдается микробное заселение участка, что показали исследования Araki, Spangberg [158, 159, 218]. Помимо этого, формальдегид обладает цитотоксическими, мутагенными и канцерогенными свойствами, что изучали в своих исследованиях ученые, такие как Koch, Lewis, Chestner, Swenberg, Martins [86, 147, 156, 176].

Существенно больше отрицательных свойств у препаратов на основе резорцинформальдегидной смолы. Несмотря на выраженные противомикробные свойства, вредное воздействие формальдегида вызывает асептический некроз. Он токсичен для тканей человека и способен вызывать сильное раздражающее действие при выходе за верхушку корня. Данный препарат широко применялся прежде, однако на сегодняшний день он не рекомендуется для использования.

Также редко используемым является силер, имеющий в составе хлороформ (Рисунок 6) [107, 169].

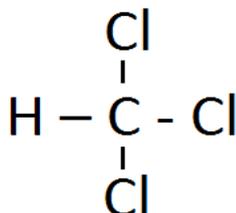


Рисунок 6 – Химическое строение хлороформа

Хлороформ, белая гуттаперча и оксид цинка являются основными компонентами хлороформсодержащих силеров. Примерно 50 % приходится на ZnO, 20% на белую гуттаперчу и остальное – на хлороформ и прочие добавки, такие как канадский бальзам. Согласно клиническим исследованиям Spangberg и Langeland после obturации хлороформ абсорбируется, оказывая раздражающее действие на окружающие ткани [15, 175].

С целью увеличения положительных свойств силера была создана группа препаратов на основе гидроксида кальция. Данные силеры представлены системой «паста-паста». В состав этих препаратов входят окись цинка, гидроксид кальция, соли цинка. Данная группа силеров обладает высоким значением pH, которое сохраняется от нескольких часов до нескольких дней в зависимости от конкретного препарата. После полного отверждения цемента pH снижается до привычных значений. Данный эффект обусловлен диссоциацией ионов на Ca²⁺ и OH⁻ (Рисунок 7).

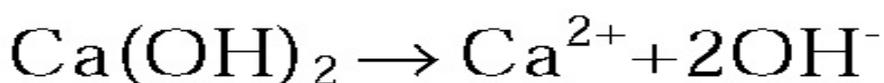


Рисунок 7 – Химическая реакция диссоциации гидроксида кальция на ионы

Также к достоинствам следует отнести существенно более низкую токсичность по сравнению с эвгенолсодержащими цементами и более высокую толерантность к окружающим тканям. Гидроокись кальция в составе силера оказывает выраженный остеогенный эффект [50, 113, 178].

Тем не менее, данной группе присущ ряд недостатков. Имплантационные тесты показали, что эти материалы вызывают тканевую инфильтрацию макрофагами и гигантскими клетками, что указывает на недостаточную биосовместимость. Кроме того, выделение ионов кальция, обуславливающих положительные эффекты силера, в то же время нарушает структурную целостность, а значит, и герметичность корневой пломбы в долгосрочной перспективе. Силер обладает нейротоксическими эффектами, что показали в своей работе Voiesen, Nauman, Brodin [87, 176, 192]. Проведенные исследования на диафрагмальных нервах грызунов продемонстрировали что, если в течение нескольких минут (от 1 до 30) выдерживать силер непосредственно на нерве или вблизи от него, произойдут необратимые явления – его торможение. Также было замечено, что в случаях выведения данной группы силеров за верхушку зуба наблюдались неблагоприятные эффекты, заканчивающиеся различными формами периодонтитов. Однако пломбирование материалом в пределах корневого канала без выведения за верхушку не стимулировали периапикальные ткани к подобным реакциям. Эти наблюдения дают понять, что механическое воздействие на периапикальные ткани может влиять на долгосрочный прогноз лечения [168, 203].

Похожим составом обладают материалы на основе фосфата кальция. Положительные свойства данного материала – это меньшая растворимость в корневом канале, остеогенный эффект на периапикальные ткани. Кроме того, материал незначительно расширяется при затвердевании. Отрицательное свойство – низкая прочность [67, 91, 215].

Большинство силеров, представленных на стоматологическом рынке, по своей химической структуре являются полимерами. К ним относятся силеры на основе эпоксидных смол, силеры на основе метакрилата, силеры на полидиметилсилоксановой и поливиниловой основе. Полидиметилсилоксан

(ПДМС) — химическое соединение, являющееся линейным полимером диметилсилоксана (Рисунок 8) [151, 215].

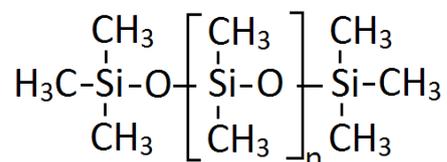


Рисунок 8 – Химическое строение полидиметилсилоксана

Силеры данной группы обладают хорошей биоинертностью. В их составе помимо ПДМС присутствуют силиконовое, парафиновое масло, каталитический агент и оксид циркония. Материал не растворим, не сжимается после полимеризации, однако коэффициент расширения составляет 0,2%. Учитывая гистерезис данной системы, можно предположить появление микротрещин в системе корневого канала вследствие расширения материала, что подтверждают некоторые исследования. Также низкая химическая адгезия к стенкам корня не позволяет быть уверенным в качественной герметизации. Силеры с метакрилатом (Рисунок 9) обладают хорошей адгезией к стенкам корневого канала, но не обладают таковой к гуттаперчевым филерам [117, 221].

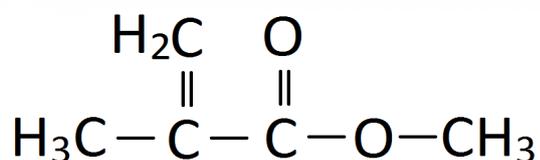


Рисунок 9 – Химическое строение метакрилата

На сегодняшний день согласно обзору литературы силеры на основе эпоксидных смол обладают наибольшим количеством достоинств с минимальным количеством недостатков. Множество исследователей сходятся во мнении, что данная группа силеров наиболее приближена к требованиям «идеального» силера.

Система, обычно, состоит из 2 паст, которые смешиваются в равном соотношении [147]. Образующаяся однородная паста долгое время сохраняет высокую текучесть (около 4 часов), позволяя материалу проникнуть в боковые ответвления корневого канала, заполнить наиболее широкие каналы апикальной дельты. Данная группа материалов обладает хорошей биосовместимостью с тканями организма человека. Силеры на основе эпоксидных смол плохо растворимы в тканевых жидкостях, рентгеноконтрастны, не изменяют естественный цвет зуба, обладают выраженной химической адгезией к стенкам дентина корня. Они подходят для работы с холодной и горячей гуттаперчей. Недостатками данной группы являются усадка силера в процессе отверждения, недостаточная прочность [82, 182, 200, 223].

Впервые материалы на основе эпоксидной смолы в стоматологии предложил использовать доктор П. Кастан (Швейцария) и другие сотрудники фирмы «DeTrey/Dentsply» в 1934 – 1938 гг. На тот момент данный материал обладал большим количеством недостатков и потому не мог соответствовать многочисленным требованиям, что не позволило ему найти широкого применения в стоматологической сфере. Однако в результате ряда исследований в 1951 году в США был разработан материал на основе поливинилового смолы – «Diaket» (ESPE) [93, 151, 204]. Позднее в 1957 году группой исследователей во главе с Schroeder был разработан материал, который отличался низкой чувствительностью к влаге «АН 26» (De Trey/Dentsply) [217, 218]. Однако его отверждению препятствовала перекись водорода, оставшаяся в корневом канале, используемая в роли ирриганта. К тому же при выводе материала за верхушку корня, материал оказывал раздражающее действие на ткани периодонта. Клиническая практика показывала, что еще одним недостатком данного силера было окрашивание твердых тканей зуба, что нарушало эстетические показатели реставрации. Экспериментальные исследования подтвердили все клинические замечания. В составе данного препарата присутствует гексаметиленететрамин (Рисунок 10) [14, 39, 155].

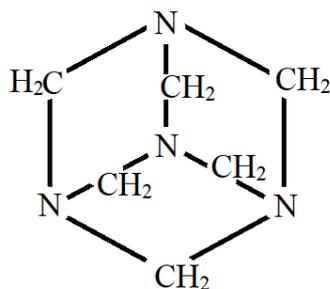


Рисунок 10 – Химическое строение гексаметиленететрамина

Данное вещество способно гидролизироваться на аммиак и формальдегид. Гексаметиленететрамин является гидрофильным соединением, что ограничивает количество выделяемого формальдегида площадью контакта материала с водой. Эти эффекты материала изучал Koch [123, 127]. В его исследованиях принимали участие несколько силеров из данной группы. Оценивалось количество выделяемого формальдегида в течение времени. Результаты показали максимальное количество выделяемого вещества в первые 48 часов от момента замешивания образцов. Спустя несколько дней выделение формальдегида было незначительным. Количество выделяемого вещества в тысячи раз ниже, чем в традиционных формальдегидсодержащих силерах. После первоначального отверждения данный силер вызывает небольшой токсический эффект. Работы Bergdahl, Wennberg, Pascon, Spangberg, Azar продемонстрировали цитотоксическое действие на фибробласты, длящееся в течение 1 недели [17, 44, 159]. В ходе дальнейших исследований и модификаций силера был создан материал, базирующийся на тех же физико-химических свойствах аминоэпоксидных смол – «АН Plus» (Dentsply, США). Реакция множественного замещения, протекающая в процессе полимеризации данного силера, способствовала образованию минимального количества свободных мономеров. Следствием этого является крайне низкая токсичность материала, что подтверждают многочисленные клинические испытания. Цитотоксичность «АН Plus» была ограничена первоначальным периодом эксперимента и не

определялась спустя 4 часа после замешивания. «АН 26» и «АН Plus» оценивали как высоко, умеренно или слаботоксичные вещества в разнообразных исследованиях, включающих различные тесты. «АН Plus» проявил более низкий потенциал цитотоксичности по сравнению с «АН 26» в исследовании Huang [25, 216]. Schweikl изучал генотоксичность «АН 26» и его компонентов, используя мутационный анализ клеток млекопитающего «V79/hprt» [15, 23, 165].

Незатвердевший силер значительно генотоксичен, однако частота мутации уменьшалась пропорционально увеличению времени твердения. В состав «АН 26» входят два мутагенных ингредиента – диглицидиловый эфир бисфенола А (ДГЭБА) (Рисунок 11) и формальдегид (Рисунок 12) [11, 17, 69].

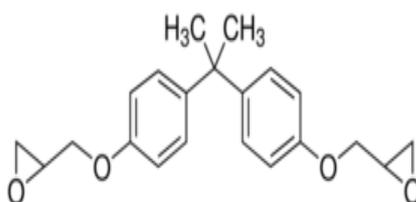


Рисунок 11 – Химическое строение диглицидилового эфира бисфенола А (ДГЭБА)

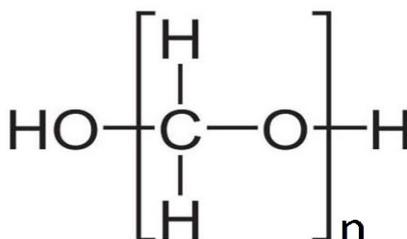


Рисунок 12 – Химическое строение формальдегида

«АН 26» в исследовании Erseven и Pinheiro проявил слабо позитивную мутагенную реакцию в проводимом Ames test [61, 208]. Jukić в результатах своего исследования показал, что «АН 26» способен сохранять мутагенные свойства спустя 1 месяц после замешивания [6, 185]. По одной из версий генотоксичные проявления материала сохраняются из-за деривата диглицидилового эфира

бисфенола А. Существуют данные показывающие, что силер «АН Plus» способен сохранять мутагенное действие даже в затвердевшем состоянии [79, 111, 162]. Однако проведенные обширные скрининговые исследования не подтвердили мутагенные свойства силера в затвердевшем состоянии. В данных исследованиях использовались четыре анализа: UMU, Ames, DIT, AFE. Только Ames test выявил слабомутагенную реакцию, которую силер демонстрировал спустя один месяц после замешивания [41, 56, 72]. Группой исследователей во главе с Spangberg было обнаружено, что некоторые силеры, например «АН Plus», обладают избирательной антимикробной активностью [84, 157]. Особенно выражено данное свойство в отношении *Porphyromonas endodontalis* [121, 180, 206]. Исследователи полагают, что данные особенности материала связаны с действием формальдегида в начальном периоде времени после смешивания компонентов [217].

В исследованиях Spangberg изучался материал, представляющий собой смесь поликетонов, винилполимеров, окиси цинка и фосфата висмута (Diaket) In vitro он продемонстрировал выраженную токсичность, вызвав некроз тканей на обширной области, а также выраженное раздражение [218]. Olsson и Wennberg в своем исследовании говорили о стремительном уменьшении проявления данного эффекта с течением времени [218]. Результаты исследования Mjor и Orstavik сходны с исследованиями предыдущих авторов и демонстрируют возрастающую биосовместимость материалов, таких как Diaket, с течением времени [203]. Данный показатель оценивали при внедрении силера в большеберцовые кости грызунов с дальнейшим наблюдением на протяжении нескольких недель [203, 215].

В 2003 году появился силер «АН Plus Jet» (Dentsply, США). Отличие от предыдущих препаратов заключается в системе автоматического смешивания паст. Это способствует экономии времени работы врача стоматолога, повышению точности смешивания компонентов. Большинство силеров данной группы обладают схожим химическим составом. В пасту А входят: эпоксидные смолы, вольфрамат кальция, аэросил, оксид циркония, оксид железа. В составе пасты В

— амины, оксид циркония, вольфрамат кальция, аэросил, силиконовое масло. Все силеры на основе эпоксидных смол обладают хорошей смачиваемостью поверхности гуттаперчевых штифтов, хорошо растворяются в спирте, что облегчает удаление излишков пломбировочного материала [132, 83].

С химической точки зрения в процессе отверждения силера на основе аминоэпоксидных смол происходит реакция поликонденсации дифенилолпропана (бисфенол-А) или резорцина с эпихлоргидрином. В результате образуются эпоксидные смолы. В процессе применения дифенилолпропана получают диановые смолы, а в случае резорцина — резорциновые. Российский ученый А. П. Дианин впервые получил диановые смолы в 1891 г [39, 161, 174]. Эти смолы были названы в честь ученого. Во многих отраслях промышленности применяются преимущественно диановые смолы вследствие меньшей токсичности, большей доступности и дешевизны продуктов синтеза по сравнению с резорциновыми. Эпоксидно-диановые смолы получают в результате реакции конденсации дифенилолпропана и эпихлоргидрина. При взаимодействии аминогрупп NH_2 с эпоксидными смолами формируется твердый полимер, представляющий собой трехмерную сетку, содержащую фрагменты исходной эпоксидной смолы и полиамина (Рисунок 13) [30, 39, 193].

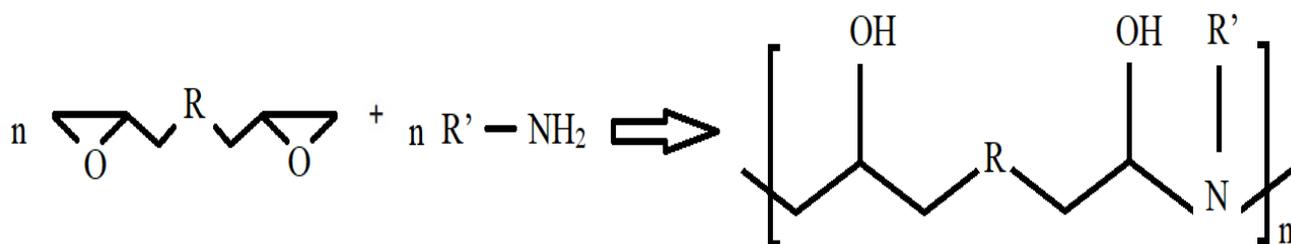


Рисунок 13 – Химическая реакция взаимодействия эпоксидной смолы и амин-отвердителя с образованием эпоксидно-аминного полимера

Прочность, наличие газовых включений, пластические свойства, адгезия к филеру и стенкам канала формируются в процессе отверждения. Это

обуславливает необходимость контроля и управления кинетикой отверждения с целью усовершенствовать физико-механические свойства материалов [186].

Материалы на основе эпоксидных смол нашли свое применение не только в стоматологии. Изначально полимерные материалы получили широкое распространение в большом количестве различных производств. Основная причина заключается в ряде положительных свойств, таких как коррозионная стойкость, высокая прочность и легкость. Полимерные материалы широко используются в электротехнике, радиоэлектронике, авиационной и автомобильной отраслях промышленности, в строительстве, в кораблестроении, ракетостроении [5, 111]. Развитие технологий постепенно повышало требования к ним. Все острее появлялась необходимость получения полимеров с заранее известными свойствами, ориентированных на прочность или легкость. Это провоцировало попытки модификации известных материалов для улучшения и изменения их свойств [79, 111, 193].

1.2. Обзор исследований модификации полимерных соединений в электромагнитном поле

На сегодняшний день известны два основных пути модификации полимерных соединений на основе аминоэпоксидных смол: химический и физический. Также выделяют третий путь – физико-химический, который является комбинацией двух предыдущих. Химический путь подразумевает изменение строения молекулы путем введения добавок, изменяющих свойства конечного продукта. Например, использование кремнийорганических соединений приводит к повышению термостойкости. Физические варианты модификации представлены различными направлениями: термическая, вакуумная, компрессионная обработка материалов, введение в состав химически инертных веществ, способных изменять функцию полимера вследствие физического

воздействия, различные виды электромагнитных излучений с длинами волн от $1 \cdot 10^{-12}$ (рентгеновское излучение) до $1 \cdot 10^{-2}$ (микроволновое излучение) [2, 61, 69].

В последние десятилетия опубликованы многочисленные работы, описывающие влияние постоянного электромагнитного поля на вещества, которые, по общепринятому мнению, слабовосприимчивы к воздействию ЭМП. Множество экспериментов показывает, что выявляемые изменения обусловлены наличием примесей, неизбежно присутствующих в составе и чувствительных к действию магнитного поля. Однако ряд исследований доказывает, что даже без учета примесей многие вещества чувствительны к данному типу излучения, например аминоэпоксидные смолы. Одними из первых ученых, описавших влияние магнитных полей на полимерные соединения, были Б.А. Иоффе и Р.К. Калнинь [45, 129]. Изучались диэлектрические свойства полиметилметакрилата (ПММК) и поливинилхлорида (ПВХ) в разных по напряженности магнитных полях (наибольшее значение напряженности составляло 7000 Э ($B = 0,7$ Тл)), при различных тангенсах угла диэлектрических потерь (tgo) и частот. В исследованиях М.А. Маркевича, Р.К. Калнинь и А.А. Берлина освещались вопросы, связанные с созданием магнитной поляризации за счет парамагнитных атомов и ионов [45, 111]. Кроме того, описана связь магнитной поляризации с электрической. Также было определено, что при отсутствии магниточувствительных примесей в составе материала, поляризация магнитным полем возможна лишь при наличии парамагнитных групп, ориентирующихся в ЭМП. В исследованиях А.Д. Стадника и Ф.Д. Мирошниченко определялась магнитная восприимчивость аминоэпоксидных смол [120, 30]. Магнитную восприимчивость определяли методом Фарадея. Для эпоксидной смолы до воздействия ЭМП магнитная восприимчивость составляет $0,7 \cdot 10^{-9}$ мЗ/кг, после – $0,6 \cdot 10^{-9}$ мЗ/кг, а анизотропия магнитной восприимчивости – $0,25 \cdot 10^{-9}$ мЗ/кг. Ряд исследований посвящены изучению влияния магнитного поля на механические свойства полимерных материалов. В ходе экспериментов полученные данные показали, что влияние ЭМП в течение 15 минут увеличивает предел прочности на изгиб в среднем на 35% [120].

Согласно исследованиям Ю.М. Молчанова с коллегами полимерные соединения чувствительны к воздействию электромагнитного поля [81, 82, 93]. Результаты показали повышение прочности на диаметральный разрыв в среднем в 2 раза после 20 минутной обработки образцов в ЭМП с индукцией 0,8 Тл. Увеличилась микротвердость. Коплак, Родин с соавторами определили, что ЭМП способно перевести аминэпоксидные полимерные соединения в новое состояние с иными свойствами, что иллюстрирует график на Рисунке 14 [80, 83].

Анализируя работы данных авторов, можно сделать вывод, что воздействие постоянного электромагнитного поля приводит к молекулярной и надмолекулярной перестройке [97, 150]. Появляется большое количество упорядоченных, поляризованных образований, наличие которых изменяет конечные свойства материала. Таким образом, в рамках стоматологических силеров можно предположить, что воздействие электромагнитного поля приведет к ряду структурных перестроек, результатом которых будет изменение механических, адгезионных и прочих характеристик. В связи с этим и был применен источник электромагнитного поля для модификации силера на основе полимерных соединений [126, 128].

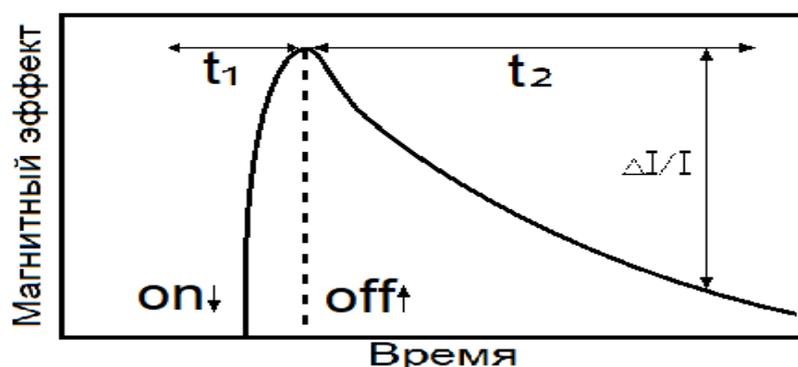


Рисунок 14 – График зависимости изменения физических свойств кристалла в магнитном поле (постоянная времени t_1) и релаксации после отключения ЭМП (постоянная времени t_2). Относительное изменение физической величины $\Delta I/I$ отображено вертикальной стрелкой

Глава 2. Материалы и методы исследований

2.1. Материалы исследований

Для проведения лабораторного этапа исследования нами были отобраны силеры из группы полимеров, содержащие эпоксидные смолы. Используемые материалы выбирались согласно популярности материала среди практикующих врачей стоматологов, а также исходя из доступности на стоматологическом рынке. Каждый силер представлен двухкомпонентной системой: паста-паста. Используемые силеры представлены в Таблице 1.

Таблица 1 – Наименование, производитель и количество упаковок используемых силеров

№	Наименование силера	Производитель	Количество упаковок (шт)
1	«АН Plus»	Dentsply, США	10
2	«Эпоксидин»	Techno Dent, Россия	10
3	«Виэдент»	ВладМива, Россия	10

Для проведения экспериментов все исследуемые силеры были разделены на две группы: опытная (модифицированный силер) и контрольная (немодифицированный силер). Модификация силера осуществлялась посредством воздействия электромагнитного поля с применением установки для намагничивания (Рисунок 15) находящейся на базе Воронежского государственного лесотехнического университета им. Г.Ф. Морозова [45, 99].

Основной элемент данной установки – переносной электромагнитный индуктор. Магнитное ядро выполнено из стали марки 10880. Оно смонтировано из подвижных башмаков. Намагничивающие катушки соединены последовательно. Электромагнит подключен к источнику питания, который подает на обмотку катушек ток силой до 12 А.



Рисунок 15 – Общий внешний вид установки для намагничивания

Напряженность магнитного поля регулируется величиной силы тока, подаваемого на устройство, а также расстоянием между полюсами электромагнита. Для проведения эксперимента была установлена напряженность, составляющая $20 \cdot 10^4$ – $24 \cdot 10^4$ А/м. Длительность воздействия – 20 мин. Однородность магнитного поля данного устройства в межполюсном пространстве, в вертикальной и горизонтальной плоскостях не превышает допустимых значений (0,01 – 0,02%). Принципиальная схема установки для воздействия постоянным магнитным полем на образец представлена на Рисунке 16.

Образцы силера опытной группы подвергались воздействию электромагнитного поля в официальной упаковке. Материал опытной группы размещается между башмаками устройства для намагничивания с минимально возможным расстоянием между ними (2 см) (Рисунок 17).

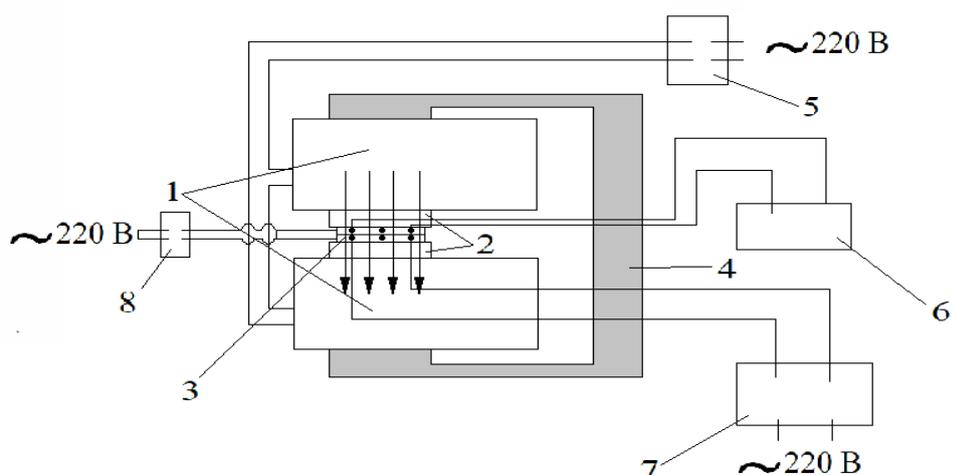


Рисунок 16 – Схема установки для намагничивания

1- обмотка электромагнита; 2 – башмаки электромагнита; 3 – нагревательное устройство с образцом; 4 – ярмо; 5 – блок питания; 6 – потенциометр; 7 - источник питания нагревательного устройства; 8 – источник питания.

После этого устройство включается, и в течение 20 минут производится обработка материала. Данным образом были обработаны все образцы опытной группы. Количество упаковок obturационного материала представлено в Таблице 2.



Рисунок 17 – Внешний вид устройства для намагничивания с образцами силера перед началом процесса обработки материала электромагнитным полем

Таблица 2 – Количество упаковок obturационного материала

№	Наименование силера	Количество упаковок (шт.)	
		Модифицированный силер	Немодифицированный силер
1	«АН Plus» (Dentsply, США)	5	5
2	«Эпоксидин» (Techno Dent, Россия)	5	5
3	«Виэдент» (Владмива, Россия)	5	5

Материалом исследования для проведения лабораторных этапов являлись образцы силера, подготовленные определенным образом, количество которых представлено в Таблице 3.

Таблица 3 – Распределение силеров в группах и подгруппах исследования

Метод исследования	Количество образцов (шт.)					
	Опытная группа			Контрольная группа		
	«АН Plus»	«Эпоксидин»	«Виэдент»	«АН Plus»	«Эпоксидин»	«Виэдент»
Изучение изменений в структуре силера методом растровой электронной микроскопии (РЭМ). Использовались 1000- и 2000 кратное увеличение.	20	20	20	20	20	20
Определение прочности адгезионного соединения силера и стенок дентина корня зуба.	20	20	20	20	20	20
Оценка образцов в тесте на текучесть.	20	20	20	20	20	20
Оценка образцов в тесте на время твердения.	20	20	20	20	20	20

Метод исследования	Количество образцов (шт.)					
	Опытная группа			Контрольная группа		
	«АН Plus»	«Эпок сидин»	«Виэ дент»	«АН Plus»	«Эпок сидин»	«Виэ дент»
Оценка образцов в тесте на измерение толщины пленки.	20	20	20	20	20	20
Оценка образцов в тесте на растворимость.	20	20	20	20	20	20

Нами был обработан материал, полученный в серии клинических, клинико-анамнестических исследований. Согласно определенным целям и задачам, основой для получения данных являлся контингент людей в количестве 102 человека (57 женщин и 45 мужчин), которым было проведено эндодонтическое лечение на базе стоматологической поликлиники ФГБОУ ВО ВГМУ им. Н.Н. Бурденко. Все исследуемые люди были старше 20 лет, но моложе 40. Распределение пациентов по возрасту и полу представлено в Таблице 4.

Выполнение данного условия позволяет исключить влияние возрастных и половых отличий на результат лечения. Показаниями к лечению являлись осложнения кариозного процесса: К04.0 пульпит, К04.4 острый апикальный периодонтит пульпарного происхождения, К04.5 хронический апикальный периодонтит. Обследование проводилось по следующим принципам:

Таблица 4 – Распределение пациентов по возрасту и полу (клинический этап исследования)

Возраст	Пол	
	Мужчины	Женщины
20 – 29	33	43
30 – 40	12	14

1. По результатам опроса определялся период времени, при котором сохранялись субъективные ощущения болезненности и дискомфорта. Выяснялись особенности болевого синдрома: связь болевого синдрома с различными

факторами (триггерами), давность появления боли, распространение боли, ее характер. Уточнялся период времени, с которого появилась симптоматика заболевания, и с чем пациент связывает появление симптомов.

2. Вследствие осмотра предполагаемого причинного зуба обращали внимание на его цвет, блеск, наличие очагов поражения, пломб, коронок, а также состояние слизистой оболочки десны вокруг зуба. Отмечались также деформации и патологии в окружающей анатомической области на предмет возможной связи с искомым заболеванием. Последовательно проводился осмотр лица, преддверия ротовой полости, зубных рядов, тканей пародонта, слизистой оболочки полости рта и языка.

3. Зондирование проводилось при помощи углового зонда. Характер болевой реакции, механические характеристики стен и дна полости позволяют провести дифференциальную диагностику острых, обострившихся пульпитов, периодонтитов. Также зондирование используется для оценки состояния тканей пародонта, однако используется в этом случае градуированный пародонтологический зонд.

4. Пальпация проводится в двух направлениях. Во-первых, оценивается состояние лимфатических узлов, их подвижность и болезненность. Во-вторых, определяется болевая реакция на пальпацию тканей в области предполагаемого причинного зуба. Определяется наличие различных симптомов, позволяющих провести дифференциальную диагностику: симптом Рунге-Дюпюитрена (пергаментный хруст), симптом Бернадского (резиновой игрушки), флюктуация и другие.

5. Перкуссия проводится ручкой инструмента (зеркало, зонд). Интактные зубы не вызывают болезненных ощущений. В ряде случаев использовалась следующая техника: пациент зажимает между причинным зубом и антагонистом с противоположной челюсти ватный шарик, прикладывает давление и резко открывает рот. Появление кратковременной боли в момент открывания рта выявляет причинный зуб. Также возможно определение симптома дрожания корня, или симптом Heuser. Данная методика заключается в одновременной

пальпации и вертикальной перкуссии причинного зуба. Пальцем ощущается микроэкскурсия верхушки корня.

6. Температурная чувствительность зубов в пределах 10–49°C не регистрируется организмом как дискомфортная в случае, если зубы интактны. Если у зуба нет реакции на холод, то пульпа такого зуба девитальна. Для проверки используется холодная и горячая вода, нагретый инструмент, нагретая гуттаперча и т.п.

7. Рентгенографический метод отражает состояние периапикальных тканей, качество пломбирования непосредственно после лечения и спустя некоторое время. Данная методика позволяет оценить состояние зубочелюстной системы, а также челюстных пазух, височно-нижнечелюстных суставов и т.д. Методика позволяет отследить состояние коронковой части зуба, а именно наличие, размер и форму кариозной полости, наличие дентиклей и ось коронковой части. Также отслеживается состояние корней зуба, их количество, форма, наличие переломов. Рентгенография позволяет оценить рабочую длину корневого канала, степень облитерации, найти дополнительные каналы, а также оценить состояние периапикальных тканей.

После выполнения анестезии проводилась изоляция рабочего поля коффердамом. Раскрытие, формирование кариозной полости производилось различными борами компании MANI (Япония). Эндодонтические этапы выполнялись инструментарием фирмы MANI (Япония) согласно методикам «Step back» или «Crown down» в зависимости от клинического случая. Использовались «техника сбалансированных сил» и «техника ковровой дорожки». Ирригация осуществлялась антисептиком – Белодез 3% (Владивосток, Россия) с ультразвуковой активацией при помощи насадки «Эндочак E1 120» (Woodpecker). Для obturation корневого канала применялись гуттаперчевые штифты (Gutta Percha Points с конусностью по ISO 0,02).

Техника сбалансированных сил заключается в минимизации риска заклинивания и поломки инструментария. Инструмент вводится в канал до упора, после чего выполняется прием обратной рекапитуляции, или вращение против

часовой стрелки, с небольшим давлением. После этого инструмент без приложения усилий вращают по часовой стрелке на 90°. В дальнейшем инструмент удаляется и очищается. Существует специально разработанный для данной методики инструмент. GT ручной file, согласно А.И. Николаеву и Л.М. Цепову (2000), рекомендуем для данной техники. Он обладает повышенной конусностью и обратным направлением витков на рабочей части, что позволяет выполнить до 5 полных оборотов.

В процессе работы соблюдались следующие принципы:

1. Фиксация рабочей длины.
2. Работа в канале корня осуществляется только с использованием эндолубриканта, в частности – «RC prep» (Premier, США).
3. Обязательная ирригация после каждого инструмента в корневом канале, исключая этапы формирования «ковровой дорожки».

В качестве силера использовался «АН Plus» Dentsply, США.

Для obturации корневого канала использовалась методика латеральной компакции холодной гуттаперчи. После эндодонтического лечения производилась реставрация дефекта твердых тканей зуба.

Пациенты были разделены на две равные группы: контрольная и опытная. После получения добровольного информированного согласия в опытной группе было проведено эндодонтическое лечение с использованием модифицированного силера, а пациенты в контрольной группе получали лечение с использованием силера, не подвергавшегося воздействию электромагнитного поля. У всех пациентов отсутствовали общесоматические патологии в стадии декомпенсации, системные заболевания, способные повлиять на результат лечения, а также профессиональные вредности.

В наших исследованиях мы использовали классификацию пульпитов согласно МКБ 10. Распределение пациентов по диагнозам представлено в Таблице 5.

Таблица 5 – Распределение пациентов по нозологическим формам

Код МКБ 10	Нозологии	Количество пациентов
K04.0	Пульпит	48
K04.4	Острый апикальный периодонтит пульпарного происхождения	15
K04.5	Хронический апикальный периодонтит	39

Для проведения клинико-лабораторного этапа исследований нами был обработан материал, полученный в серии клинических исследований. Основой для получения данных являлся контингент людей в количестве 36 человек (19 женщин и 17 мужчин) в возрасте от 20 до 39 лет, которым было проведено эндодонтическое лечение зубов, подлежащих удалению по ортодонтическим и ортопедическим показаниям. Распределение пациентов по возрасту и полу представлено в Таблице 6.

Таблица 6 – Распределение пациентов по возрасту и полу (клинико-лабораторный этап исследования)

Возраст	Пол	
	Мужчины	Женщины
20 – 24	8	10
25 - 39	9	9

Удалению подлежали премоляры верхней и нижней челюсти слева и справа. Все пациенты были распределены на две группы по 18 человека в каждой. У 10 пациентов производилось лечение двух зубов. В опытной группе было проведено эндодонтическое лечение данных зубов с использованием модифицированного силера – подвергнутого воздействию ЭМП (23 зубов). В контрольной группе использовался немодифицированный силер (23 зубов).

Все манипуляции проводились после получения информированного добровольного согласия пациента на проводимые действия. Период времени между obturацией корневого канала и удалением зуба составлял 5-6 месяцев.

После удаления зубы были тщательно очищены. Для получения сколов, перпендикулярных продольной оси корня зуба, производилось создание направляющей борозды глубиной 1-2 мм. С этой целью использовался шаровидный алмазный бор, установленный в турбинный наконечник. Затем прямой люксатор помещался в борозду, и рычагообразным движением раскалывали корень зуба. Сколы производились в различных третях корня зуба, в том числе в пределах одного зуба, для получения данных о качестве obturации в различных третях. Пример полученных образцов представлен на Рисунке 18.

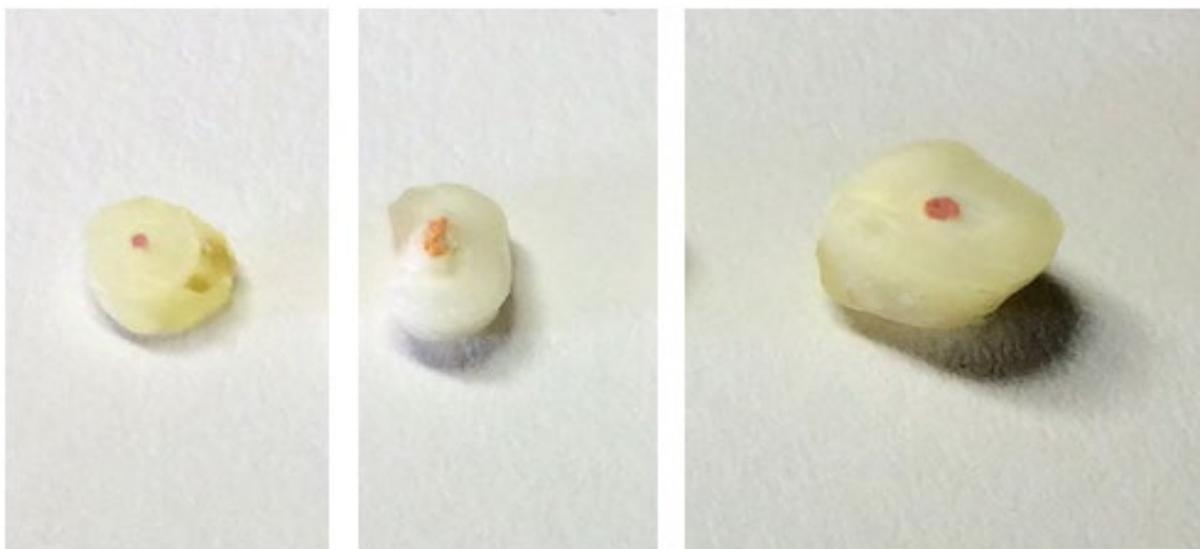


Рисунок 18 – Поперечные сколы obturированного корня зуба

Количество полученных образцов представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Распределение силеров в группах и подгруппах изучения зоны демаркации obtурационного материала и тканей зуба в области скола методом РЭМ в 850 кратном увеличении

Количество образцов (шт.)					
Опытная группа			Контрольная группа		
«АН Plus»	«Эпоксидин»	«Виэдент»	«АН Plus»	«Эпоксидин»	«Виэдент»
13	5	5	13	5	5

2.2. Методы исследований

Мы применяли следующие методы исследований:

1. Лабораторные методы исследования:

1.1. Изучение изменений в структуре силера методом растровой электронной микроскопии (РЭМ). Использовались 1000- и 2000- кратное увеличение.

1.2. Определение прочности адгезионного соединения силера и стенок дентина корня зуба.

1.3. Оценка образцов в тесте на текучесть.

1.4. Оценка образцов в тесте на время твердения.

1.5. Оценка образцов в тесте на измерение толщины пленки.

1.6. Оценка образцов в тесте на растворимость.

2. Клинико-лабораторные методы исследования:

2.1. Изучение зоны демаркации obtурационного материала и тканей зуба в области скола методом РЭМ в 850-кратном увеличении.

3. Клинические методы исследования:

3.1. Основные методы исследования стоматологического пациента.

3.2. Дополнительные методы исследования стоматологического пациента:

3.2.1. Рентгенологическое исследование. Метод выполнялся с целью оценки состояния периапикальных тканей на момент обращения пациента и для контроля качества obtурации после эндодонтического вмешательства. Оценка качества

обтурации корневого канала. Качество obturation корневого канала определялось непосредственно после лечения и спустя шесть и двенадцать месяцев;

3.2.2. Определение субъективных ощущений пациента через шкалу боли. Мы предлагали выбрать наиболее подходящую интерпретацию через вербальное описание боли и степени ее выраженности с использованием специальной шкалы. Болезненные ощущения определялись как в покое, так и при перкуссии.

4. Статистические методы обработки на ЭВМ.

2.2.1. Лабораторные методы исследований

Для изучения физико-химических свойств материалов для obturation корневого канала, модифицированных электромагнитным полем, были использованы методы оценки согласно ГОСТу 31574-2012 группа P22: материалы стоматологические полимерные восстановительные [36]. Нами были проведены исследования согласно ГОСТу 31071-2012 (ISO 6876: 1986): материалы стоматологические для пломбирования корневых каналов зубов [22, 35]. Использовались методы оценки текучести, рабочего времени, времени твердения, толщины пленки, растворимости. Данные этапы проводились на базе производственной компании «Целит». Образцы, полученные методом растровой электронной микроскопии, исследовались на базе Воронежского государственного университета. Воздействие электромагнитного поля на исследуемые объекты проводилось при помощи оборудования на базе Воронежского государственного лесотехнического университета им. Г.Ф. Морозова [45, 99].

Согласно ГОСТу 31071-2012 требования, предъявляемые к корневым герметикам, представлены в Таблице 8.

Таблица 8 – Показатели качества корневого герметика согласно ГОСТу 31071-2012 и Международной Системе Стандартов (ISO): 6876: 1986

№	Наименование показателя	Норма
1	Текучесть, мм, не менее	20
2	Время твердения, мин, не менее	30
3	Толщина пленки, мкм, не более	50
4	Растворимость, %, не более	3

Определение структурных изменений в образцах силеров методом растровой электронной микроскопии

Метод растровой электронной микроскопии (РЭМ) основан на упругом рассеивании пучка электронов при взаимодействии с исследуемым объектом. Формируемое изображение создается потоком рассеянных электронов. Энергия электронов находится в пределе от 50 кэВ до 200 кэВ. Цифровые результаты удается получить в результате регистрации системой изображений рассеянного пучка электронов. В качестве системы регистрации изображений выступает ПЗС-камера (прибор с зарядовой связью). Для проведения исследования был использован сканирующий электронный микроскоп JEOL JSM - 6380 LV.

Данный микроскоп обладает разрешением в режиме высокого вакуума от 3 нм при 30 кВ, 8 нм при 3кВ до 15 нм при 1кВ. В режиме низкого вакуума – 4 нм при 30кВ. Ускоряющее напряжение находится в диапазоне от 0,5 до 30 кВ. Данное устройство обладает диапазоном увеличений от x5 до x300000 при < 10 кВ. Конденсорная линза с переменным фокусным расстоянием, а объективная линза суперконического типа. Диафрагма объективной линзы обладает тремя степенями подстройки по координатам Y и X. Столик для образцов большой, эвцентрического типа. Диапазон перемещений: X – 8 см, Y – 4 см, Z – от 0,5 до 4,8 см. Наклон столика: от –10 до +90 градусов, вращение 360 градусов.

Оборудование, вспомогательные материалы:

1. Бумажная палетка 3x4 см.
2. Пластмассовый шпатель.

3. Оптический микроскоп.
4. Растровый электронный микроскоп (Jeol JSM - 6380LV).
5. Образцы силеров опытной группы.
6. Образцы силеров контрольной группы.

Приготовление образцов.

На данном этапе в образцах опытной группы (после воздействия ЭМП) провели смешивание соответствующих компонентов системы согласно прилагаемой инструкции производителя на бумажной палетке размером 30 x 40 мм пластмассовым шпателем. Величина радиуса образца силера равна 12 ± 2 мм. Высота образца – 3 мм. Аналогичным образом готовились образцы контрольной группы, которые не подвергались воздействию электромагнитного поля в устройстве для намагничивания. После замешивания все образцы отверждались в сухом и темном месте при температуре 25 ± 5 градусов по Цельсию в течение 7 суток.

Образцы подготавливались к исследованию методом растровой электронной микроскопии на аппарате Jeol JSM-6380LV. Для этого отвержденный силер раскалывался по средней линии и обрезался для установки образца на предметный столик оптического микроскопа с целью предварительной оценки изменений и обнаружения областей структурных отличий модифицированного от немодифицированного силера. В дальнейшем образцы фиксировались на предметный столик растрового электронного микроскопа таким образом, чтобы поверхность образца, которая была расколота, была направлена вертикально на сенсоры электронного микроскопа.

Проведение испытаний.

Исследование проводилось по линии разлома силера в увеличении $\times 1000$ и $\times 2000$. Данные увеличения были выбраны опытным путем как наиболее показательные.

**Определение прочности адгезионного соединения силера и стенок дентина
корня зуба**

Определение адгезионной прочности в соединении с твердыми тканями зуба осуществляется при помощи разрывной машины ИР 5046-5. Данный метод заключается в определении числового значения, при котором разрушающее напряжение способно сдвинуть материал, зафиксированный на поверхности твердых тканей зуба. Таким образом, определяют значение адгезионной прочности при сдвиге в соединении дентин - obturационный материал. Данное значение показывает величину нагрузки, при которой произойдет разрушение адгезии материала к тканям зуба в условиях полости рта.

Оборудование и вспомогательные материалы:

1. Форма для монтирования образца зуба.
2. Разъемное фторопластовое кольцо для заполнения испытуемым материалом с размерами: высота – $(3\pm 0,1)$ мм, диаметр отверстия – $(3\pm 0,1)$ мм.
3. Приспособление к машине «Инстрон» для испытания на сдвиг.
4. Термостат с температурой $37\pm 1^\circ\text{C}$.
5. Испытательное оборудование – разрывная машина ИР 5046-5 по ГОСТ 28840.
6. Образцы силера.
7. Бумажная палетка 3 x 4 см.
8. Пластмассовый шпатель.
9. Этиловый спирт 2%.
10. Дистиллированная вода.

Приготовление образцов.

Для испытания необходимо подготовить образцы удаленных зубов по ортодонтическим показаниям. Возраст пациентов 18 – 40 лет. Все удаленные зубы должны храниться не более 6 месяцев с момента удаления. При помощи турбинного наконечника подготавливаются фрагменты дентина с минимум 1 плоской поверхностью, диаметр которой более 3 мм. Важно контролировать условие увлажнения зуба, то есть не оставлять зуб без влаги сроком более 15 минут. Подготовленные образцы дентина зуба (Рисунок 19) монтируются в

пластмассовый блок (Рисунок 20). Диаметр блока равен 10 мм, высота 5 мм (Рисунок 21).

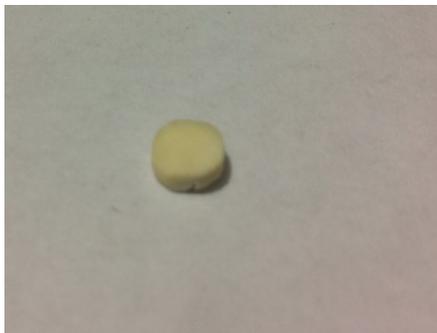


Рисунок 19 – Внешний вид образца дентина зуба, диаметр которого равен 4,5 мм



Рисунок 20 – Внешний вид образца пластмассового блока

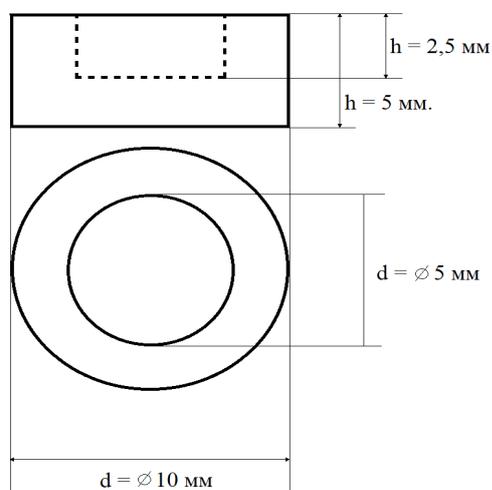


Рисунок 21 – Схематический вид образца пластмассового блока

Пластмассовая заготовка представлена цилиндром. Материал изготовления – «Протакрил - М». После получения необходимой формы заготовки фрагмент зуба монтируют в пластмассовый блок, используя самотвердеющую пластмассу (Рисунок 22 – 25).



Рисунок 22 – Внешний вид пластмассового блока и фрагмента зуба

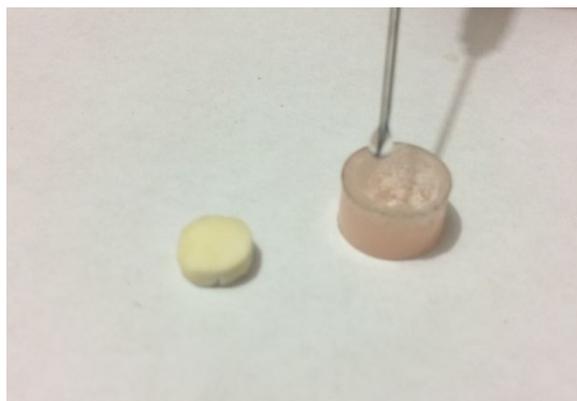


Рисунок 23 – Внешний вид пластмассового блока и фрагмента зуба. Внесение жидкого компонента пластмассы в подготовленный блок



Рисунок 24 – Внешний вид пластмассового блока и фрагмента зуба. Этап фиксации

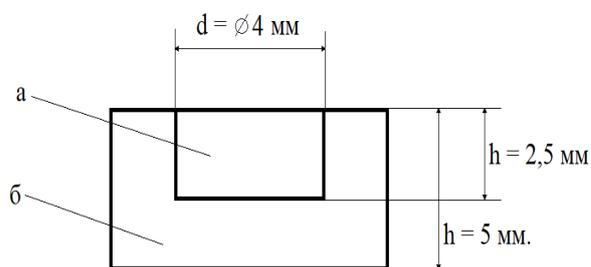


Рисунок 25 – Схематический вид образца пластмассового блока с зафиксированным фрагментом зуба.
а – фрагмент дентина зуба;
б – блок пластмассовый («Протакрил - М»)

После полного отверждения пластмассы и обработки поверхности этиловым спиртом для обезжиривания поверхности, а также после высушивания на плоскую поверхность дентина был нанесен силер в виде круга, диаметр которого $3 \pm 0,1$

мм. Для нанесения использовалась форма, полость которой представляет собой цилиндр с диаметром равным 3 мм. Высота цилиндра равна $4 \pm 0,5$ мм. Каждый образец соответствовал схеме, представленной на Рисунке 26.

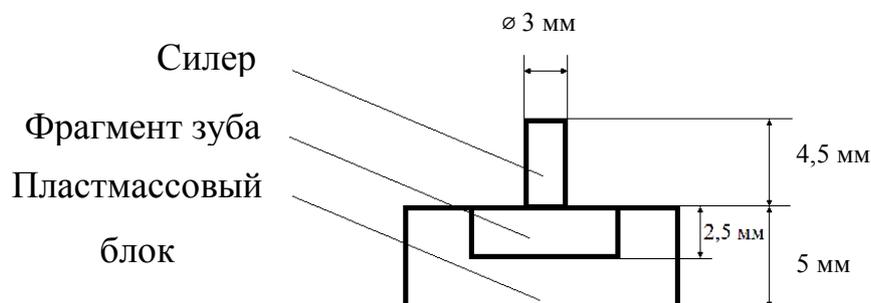


Рисунок 26 – Образец пластмассового блока с фрагментом зуба и образцом силера

Проведение испытаний.

После полного отверждения силера в термостате при температуре равной $37 \pm 1^\circ\text{C}$ и относительной влажности не менее 95% образец фиксируется в приспособлении к разрывной машине ИР 5046-5 для испытания на сдвиг. На Рисунке 27 представлена схема закрепленного образца в испытательном устройстве в начальной стадии эксперимента. На Рисунке 28 представлен внешний вид данной стадии.

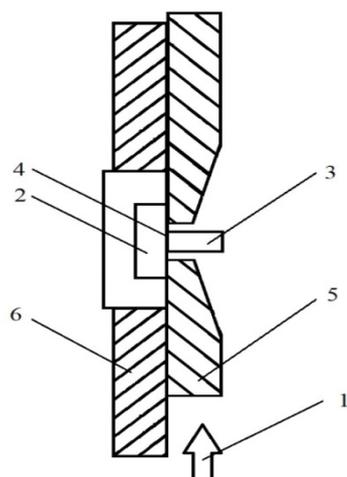


Рисунок 27 – Схема испытания адгезионной прочности соединения фрагмент зуба - силер на сдвиг

1 – направление нагрузки; 2 – субстрат – фрагмент зуба в монтажной пластмассе с открытой для испытания поверхностью эмали; 3 – испытываемый восстановительный материал; 4 – адгезив; 5 – нагружающая пластина в приспособлении для сдвига; 6 – кольцо в приспособлении для сдвига



Рисунок 28 – Внешний вид испытания адгезионной прочности соединения фрагмент зуба – силер на сдвиг. Вид сбоку (слева), вид спереди (справа)

Для того чтобы устранить риск смещения железных пластин друг относительно друга, что могло бы нарушить течение эксперимента, было принято решение закрепить нижнюю пластину в тисках, а верхнюю закрепить через хлопчатобумажную нить, изменив направление действия смещающей силы. Физические параметры, такие как низкая эластичность, но высокая прочность существенно снижают риск неконтролируемого отрыва материала в силу изменения угла давления (Рисунок 29). Смещение металлического фрагмента, подвешенного на нити, относительно металлического фрагмента, закрепленного в тисках, происходило с заданной постоянной скоростью.



Рисунок 29 – Фиксация образца в испытательной машине

Определение текучести исследуемых образцов

Текучесть – свойство пластичных материалов, выражающееся в способности тел при увеличении давления уступать действию сдавливающих сил и пластически или вязко деформироваться. На молекулярном уровне этот процесс

представлен скачкообразным перемещением молекулы или ее части в стороны перпендикулярные прилагаемой нагрузке.

Оборудование и вспомогательные материалы.

1. Стекланные пластины размером 100 x 70 x 4 мм.
2. Нагрузочное устройство весом 2,5 кг.
3. Градуированная стекланныя пипетка для дозированной подачи $0,075 \pm 0,005$ мл материала.
4. Бумажная палетка.
5. Шпатель пластмассовый.
6. Образцы силеров.

Приготовление образцов.

Нами были подготовлены 20 образцов с использованием силера, подверженного воздействию ЭМП (модифицированный силер). И 20 образцов немодифицированного силера. Материал был смешан согласно инструкции производителя.

Проведение испытаний.

Используя градуированную пипетку, замешанный силер объемом $0,075$ мл помещался на одну стекланныю пластину. Спустя 180 ± 5 секунд сверху первой пластинки с материалом была положена вторая точно над первой. После чего была приложена нагрузка в 2,5 кг (Рисунок 30, 31).

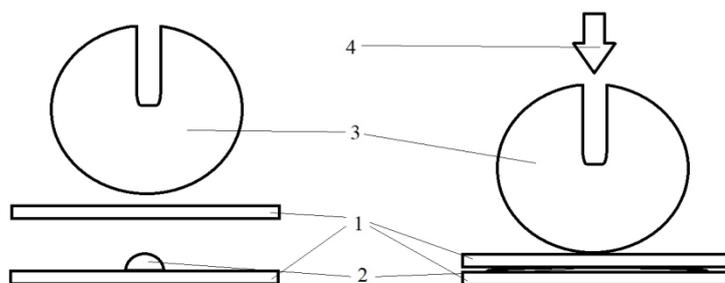


Рисунок 30 – Схематическое изображение теста на текучесть

- 1 – стекланные пластины;
- 2 – исследуемый материал;
- 3 – нагрузочная пластина (2,5 кг);
- 4 – направление нагрузки.

Через 10 минут (погрешность 5 сек.) от начала смешивания нагрузка удаляется. Измеряется диаметр полученного круга материала (Рисунок 32), причем измерения повторяют в наиболее выступающих точках, а также в наиболее приближенных к центру. Тем самым находят наибольший и наименьший диаметры. В том случае, если разница наибольшего и наименьшего диаметра менее 1 мм, исследование следует повторить. После этого определяют среднее арифметическое значение диаметра.



Рисунок 31 – Внешний вид теста на текучесть. Исследуемый материал находится под действием нагрузочной пластины

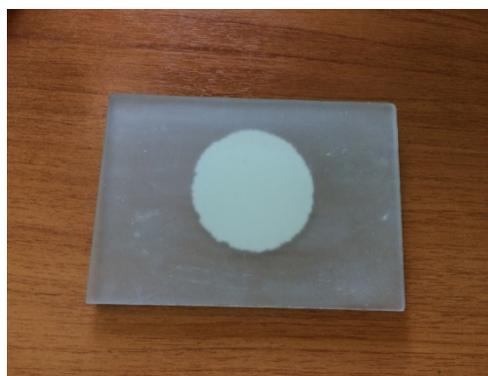


Рисунок 32 – Внешний вид образца теста на текучесть. Исследуемый материал находится между двух стеклянных пластин после устранения нагрузки

Проверка времени твердения исследуемых образцов

Процесс твердения силеров на основе полимерных материалов – это необратимая химическая реакция образования полимерных молекул из мономеров и олигомеров под действием инициаторов. Данный процесс занимает минимум 8 часов при температуре 37°C. Однако полное отверждение материала наступает спустя 72 часа.

Индентор – прибор для измерения твердости. Аппарат используется для статического измерения показателя твердости. Игла прибора с постоянной силой вдавливается в поверхность исследуемого объекта с последующим изучением отпечатка. Однако в режиме динамической работы возможно определение момента отверждения материала.

Оборудование и вспомогательные материалы.

1. Термостат с контролируемой и поддерживаемой температурой равной 37 ± 1 °C и с относительной влажностью не менее 95%.
2. Индентор с иглой типа Жилмор массой $100 \pm 0,5$ г, диаметром конца иглы $2 \pm 0,1$ мм. Игла цилиндрической формы, кончик иглы – плоская поверхность перпендикулярная к продольной оси иглы (Рисунок 33).
3. Форма из нержавеющей стали в форме кольца диаметром 10 мм, высотой 2 мм.
4. Металлический блок размером 8 x 20 x 10 мм.
5. Плоская пластина из стекла, толщина которой 1 мм.
6. Бумажная палетка.
7. Шпатель пластмассовый.
8. Образцы силеров.

Приготовление образцов.

Для приготовления образцов силеров на проверку времени твердения в металлическую форму вносится приготовленный согласно инструкции производителя материал. Материал вносится до верхней кромки кольца. Металлическая форма располагается на стеклянной пластине (Рисунок 34). Через 120 ± 10 секунд от начала смешивания форму с материалом помещают на металлический блок в термостат (37 ± 1 °С).



Рисунок 33 – Внешний вид индентора с иглой типа Жилмор



Рисунок 34 – Металлическая форма с исследуемым силером на стеклянной пластине

Проведение испытаний.

Перед началом времени твердения, указанного в инструкции производителя, иглу типа Жилмор плавно опускают перпендикулярно поверхности материала (Рисунок 35). Данную операцию повторяют до тех пор, пока игла не перестанет оставлять след. Записывается время, пройденное от начала смешивания материала.

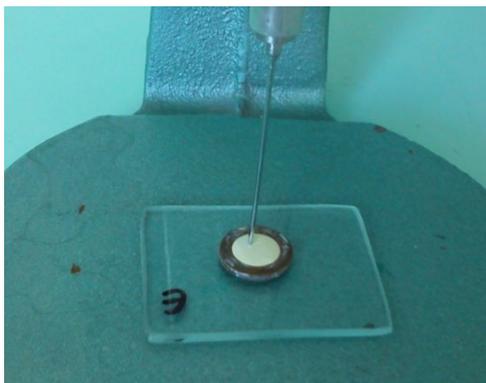


Рисунок 35 – Проведение испытания «Время твердения». Спустя 20 часов в термостате образец испытывается

Проверка толщины пленки

В составе силера размер частиц наполнителя непосредственно влияет на герметичность obturации. В исследуемых материалах в данной роли выступает мелко измельченный вольфрамат кальция, средний размер частиц которого 7-9 мкм, а также оксид циркония, размер частиц которого в среднем равен 1-2 мкм. Размер и взаимное расположение этих частиц определяет минимальную толщину пленки, которую материал способен образовывать после смешивания компонентов. Это обуславливает способность силера проникать в боковые ответвления, апикальную дельту, поднутрения корневого канала и т.д. [35]

Оборудование и вспомогательные материалы.

1. Две стеклянные пластинки с известной толщиной, контактная поверхность которых составляет около 200 мм².
2. Нагрузочное устройство с нагрузкой 15 кг.
3. Микрометр с погрешностью не более 1 мкм (Рисунок 36).
4. Бумажная палетка.
5. Шпатель пластмассовый.
6. Образцы силеров.
7. Секундомер.



Рисунок 36 – Микрометр Metrika IP54 с погрешностью не более 1 мкм

Приготовление образцов.

Вначале измерили общую толщину двух, предварительно очищенных, стеклянных пластин, сложенных вместе. Для этого, откалибровав микрометр троекратным измерением с сомкнутыми измеряемыми поверхностями, добились значения 0 мкм. Затем измерили стеклянные пластинки, сложенные вместе.

После этого на бумажной палетке были замешаны согласно инструкции производителя образцы силера, модифицированного электромагнитным полем (опытная группа), и образцы силера, немодифицированные электромагнитным полем (контрольная группа).

Проведение испытаний.

В центр одной из стеклянных пластин было помещено небольшое количество материала, масса которого равнялась 0,04 г. Сверху этой пластины с материалом была наложена вторая. Через 180 ± 10 секунд от начала замешивания обе пластины были установлены в нагрузочное устройство, которое осторожно приложило нагрузку равную 15 кг перпендикулярно к поверхности стеклянных пластин (Рисунок 37 – 38).



Рисунок 37 – Внешний вид нагрузочного устройства с нагрузкой равной 15 кг

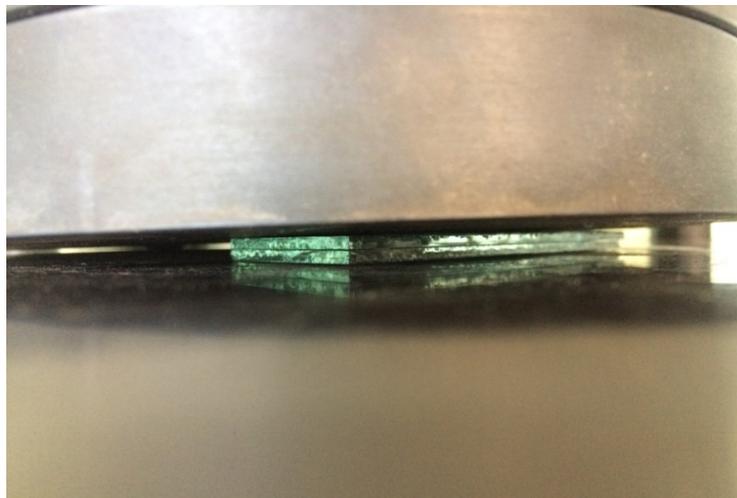


Рисунок 38 – Внешний вид стеклянных пластин с исследуемым материалом между ними в нагрузочном устройстве. Сила давления на стеклянные пластины равняется 15 кг

Спустя 10 минут от начала замешивания образца нагрузка удаляется и производится исследование микрометром (Рисунок 39).



Рисунок 39 – Исследования толщины пленки силера между двух стеклянных пластин при помощи микрометра

Измерение толщины проводят трижды до достижения неменяющегося значения устройства. Данную процедуру выполняют троекратно, после чего вычисляется среднее арифметическое значение. После получения результатов производят подсчет толщины пленки согласно формуле:

$$R = R_1 - R_2,$$

где R – толщина пленки,

R_1 – толщина стеклянных пластин без материала между ними,

R_2 – толщина стеклянных пластин с материалом между ними.

Проверка на растворимость

Герметичность obturation зависит от множества факторов, одним из которых является растворимость силера после его отверждения. Способность материала растворяться обратно пропорциональна качеству obturation. Согласно ИСО 6876 допустимая потеря массы материала за 24 часа выдержки в воде не должна превышать 3%.

Оборудование и вспомогательные материалы.

1. Кольцевые формы разъёмные – 2 шт. Высота формы 1,5 мм, внутренний диаметр 20 мм.
2. Стекланные пластины плоские полированные – 4 шт. Размер пластин больше, чем максимальный диаметр кольцевых форм.
3. Листы полиэтиленовой пленки.
4. Стекланная чашка Петри диаметром около 90 мм. Минимальный объем 50 мл, известная масса.
5. Термостат с температурой равной 37 ± 1 °С и относительной влажностью не менее 95%.
6. Дистиллированная вода согласно ГОСТ 6709.
7. Осушитель.
8. Бумажная палетка.
9. Шпатель пластмассовый.
10. Образцы силеров.

Приготовление образцов и проведение испытания.

Согласно инструкции производителя на бумажной палетке замешиваются образцы силера, модифицированного электромагнитным полем (опытная группа), и образцы силера, немодифицированные электромагнитным полем (контрольная группа). После этого кольцевую форму помещают на стекланную пластинку. Определяется масса нетто с точностью до 0,001г. Форма заполняется силером с небольшим избытком. Сверху накладывается стекланная пластинка с размещенной под ней целлюлозной пленкой для получения плоской и ровной поверхности материала. После этого пластина осторожно удаляется.

После этого материал помещается в термостат с температурой 37 ± 1 °С и относительной влажностью не менее 95%. Срок экспозиции на 50% превышает время полного отверждения материала согласно инструкции производителя.

Спустя отведенное время образец извлекается из термостата и определяется его вес с точностью до 0,001 г. Два таких образца помещаются в чашку Петри так, чтобы их поверхности не соприкасались. Материал в форме должен оставаться

нетронутым. 50 ± 1 мл дистиллированной воды добавляется в чашку Петри, и она закрывается (Рисунок 40). Спустя 24 часа образцы промываются над чашкой Петри небольшим количеством дистиллированной воды и далее не используются. Необходимо выпарить воду из чашки, не доводя до кипения. После этого высушить чашку при температуре 150°C до постоянной массы, охлаждая ее в эксикаторе до комнатной температуры. Проводить данную процедуру с точностью до 0,001 г.

Для каждого исследования проводят по 2 проверки, записывая среднее значение разницы между первоначальной и конечной массой чашки Петри с точностью до 0,001 г.

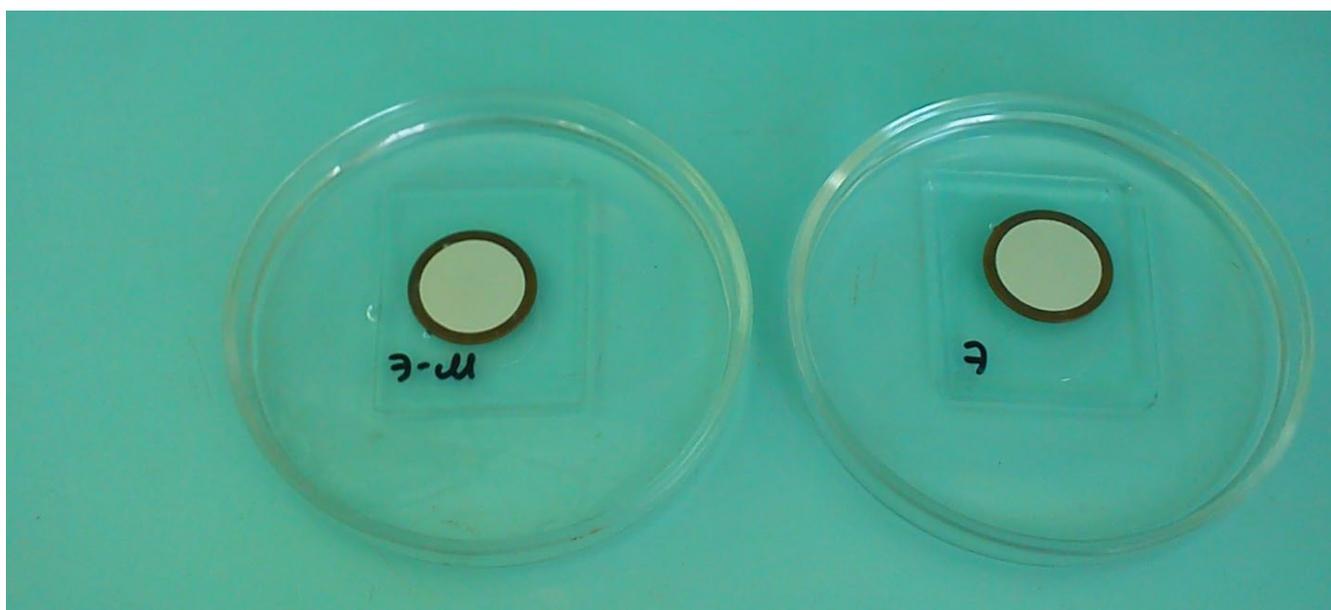


Рисунок 40 – Образцы материала в чашке Петри. Выдержка в воде 24 часа в термостате при 37°C

Результат записывают в процентах, отражающих разницу конечной массы от начальной с точностью до 0,1%. рН среда жидкости до выпаривания оценивается при помощи индикаторной бумаги (Рисунок 41).

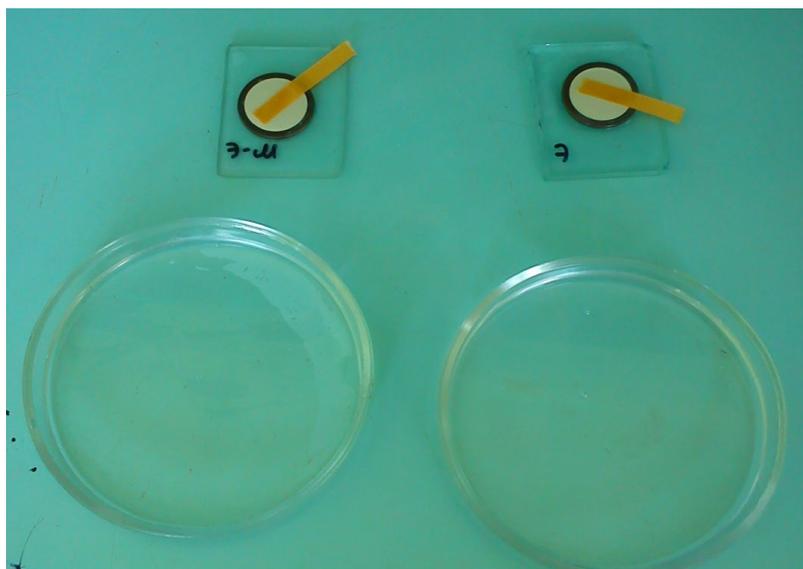


Рисунок 41 – Проверка pH среды жидкости при помощи индикаторной бумаги

2.2.2. Клинические методы исследований

Результаты исследования были основаны на клинических, клинико-анамнестических, а также рентгенографических методах. Оценка результатов лечения оценивалась на основании рентгенологической картины непосредственно после лечения и спустя 6 и 12 месяцев.

Клинически оценивались состояние реставрации, вертикальная и горизонтальная перкуссия, пальпация переходной складки в проекции корня зуба, а также рентгенологическое исследование качества obturation и состояние периапикальных тканей.

Качество реставрации оценивалось согласно следующим критериям:

1. Анатомическая форма реставрации. Определяется визуально, либо при помощи зеркала.
2. Краевое прилегание пломбы. Определяется стоматологическим зондом. Проводя острым кончиком рабочей части инструмента перпендикулярно к линии контакта композита и эмали, прикладывая небольшое давление,

определяется граница реставрации. Результат данного теста может быть следующим:

- 2.1. Отсутствие задержки зонда.
 - 2.3. Наблюдается задержка зонда. Дентин не выявляется.
 - 2.4. Наблюдается задержка зонда. Дентин выявляется.
 - 2.5. Отлом части пломбы.
3. Обнаружение рецидива кариеса.

Качество obturation корневого канала оценивалось согласно следующим критериям:

1. Апикальный уровень obturation.
 - 1.1. До верхушки канала корня (1 балл).
 - 1.2. За 1 мм до рентгенологической верхушки (1 балл).
 - 1.3. За 1,5 мм до рентгенологической верхушки (0,5 балла).
 - 1.4. За 2 мм до рентгенологической верхушки (0 баллов).
 - 1.5. За верхушкой канала корня определяется небольшое количество материала. Сужение сохранено (1 балл).
 - 1.6. За верхушкой канала корня определяется небольшое количество материала. Сужение не сохранено (0,5 балла).
 - 1.7. За верхушкой канала корня определяется большое количество материала (0 баллов).
2. Устьевой уровень obturation.
 - 2.1. Полноценная obturation устьевой части (1 балл).
 - 2.2. Незначительный дефект obturation устьевой части (0,5 балла).
 - 2.3. Значительный дефект obturation устьевой части (0 баллов).
3. Медиодистальное заполнение канала.
 - 3.1. Полноценная obturation в медиодистальном направлении (1 балл).
 - 3.2. Неполноценная obturation в медиодистальном направлении. Наличие пор и пустот в толще пломбы и/или на границе пломба – стенка корня (0 баллов).

Критерии номер 1 – 3 определяются в каждом канале. Причем 4 балла – результат полноценного лечения. 0 баллов – неудовлетворительное лечение. Перкуссия зуба проводится ручкой стоматологического инструмента (например, стоматологическое зеркало или стоматологический зонд). Вертикальная перкуссия отражает состояние периапикальных тканей, преимущественно локализующихся у верхушки корня. Горизонтальная перкуссия отражает состояние периапикальных тканей, преимущественно локализующихся латерально по отношению к корню зуба.

На повторном приеме спустя 7, 14 и 28 дней после лечения оценивались анамнестические данные: боль либо ее отсутствие в первые дни после лечения, а также ее интенсивность в случае положительного ответа. Боль оценивалась при помощи пятибалльной шкалы (Рисунок 42).

Вербальное описание боли	Боль отсутствует	Легкая боль	Умеренная боль	Сильная боль	Невыносимая боль
Цифровая интерпретация	1	2	3	4	5
Степень выраженности боли	Боль отсутствует	Можно игнорировать боль	Мешает деятельности	Мешает основным потребностям	Требуется постельный режим

Рисунок 42 – Шкала боли, используемая на этапах клинического исследования

3.2.1. Клинико-лабораторные методы исследований

Определение границы прилегания силера к дентину корня зуба при помощи метода растровой электронной микроскопии.

Определение демаркационной линии между obturационным материалом и твердыми тканями корня зуба с использованием оптического и растрового

электронного микроскопа позволяет визуально оценить плотность прилегания и качество адгезии материала.

Оборудование, вспомогательные материалы:

1. Удаленные зубы человека по ортодонтическим и ортопедическим показаниям.

2. Оптический микроскоп.

3. Растровый электронный микроскоп (Jeol JSM- 6380LV).

Приготовление образцов для испытаний.

Образцы поперечных сколов obturированных корней зубов устанавливались на предметный столик оптического микроскопа с целью предварительной оценки изменений и обнаружения областей структурных отличий модифицированного от немодифицированного силера.

Следующим шагом образцы помещались на предметный столик растрового электронного микроскопа. Изучалась зона демаркации obturационного материала и дентина корня зуба в 850 кратном увеличении.

3.2.2. Методы статистической обработки материала исследований

Общестатистические характеристики (первые 4 момента функции распределения, определение критерия различимости, определение критерия схожести) составляют математический анализ результатов количественного исследования. С целью проведения статистических исследований были использованы наиболее адаптированные к данным задачам компьютерные программы – «Statistika 7.0» и «Microsoft Excel 2007» с надстройкой «Пакет анализа». Достаточный объем выборки позволил найти в вышеуказанных программах наиболее подходящую модель к экспериментальным данным в каждом конкретном случае. Ориентируясь на вид распределения, величину выборки и конкретную задачу выбирался один из непараметрических либо параметрических критериев.

Обработка результатов производилась на базе основных величин: математическое ожидание, среднее значение и ошибка среднего, минимальное и максимальное значение, среднеквадратичное отклонение и т.д. Для сравнения средних величин количественных переменных использовали t-критерий Стьюдента и критерий Вилкоксона. Достоверными считали различия между группами при вероятности ошибки менее 5% ($p < 0,05$).

Непараметрические тесты используются там, где выборки из переменных, относящихся к интервальной шкале, не подчиняются нормальному распределению. В этих тестах обрабатывается не само измеряемое значение, а его ранг. Такие тесты нечувствительны к выбросам.

В данной работе использовался традиционный непараметрический ранговый тест Вилкоксона для сравнения двух зависимых выборок. Он рассчитывается в виде построения ранговой последовательности абсолютных разностей пар значений.

Статистика тестов, таких как тест Вилкоксона и t-критерий Стьюдента, включает в себя контрольную величину и вероятность ошибки. Контрольная величина определяет соотношение между исходными данными и данными, с которыми проводилось сравнение в общем. Малая вероятность ошибки указывает на значимость и очевидность воздействия факторов, примененных к исходной группе объектов исследования.

Глава 3. Собственные исследования

1.1. Результаты лабораторных исследований

Результаты определения структурных изменений в образцах силеров методом растровой электронной микроскопии.

В результате исследования на растровом электронном микроскопе (Jeol JSM-6380LV) были получены следующие результаты. Во-первых, уменьшились диаметральные размеры всех пор, пустот, наблюдаемых в поле зрения. Во-вторых, уменьшилось количество пор. В-третьих, более упорядоченное расположение частиц в силере. Пример данных изменений наблюдается на Рисунках 43 и 44. На первом из них представлена микроскопия скола отвержденного силера без воздействия ЭМП, на втором – после воздействия ЭМП.

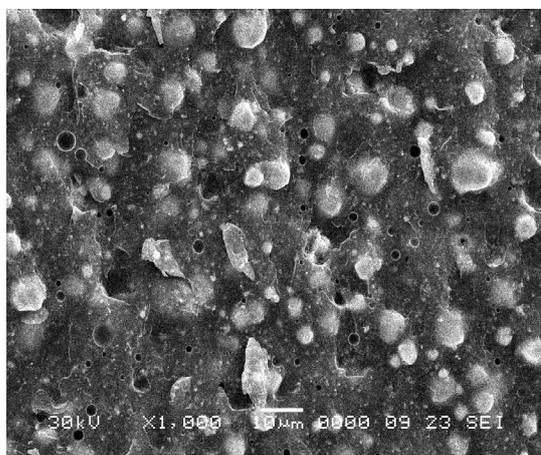


Рисунок 43 – Растровая электронная микроскопия скола эндодонтического силера «АН Plus» в x1000 кратном увеличении, без воздействия ЭМП

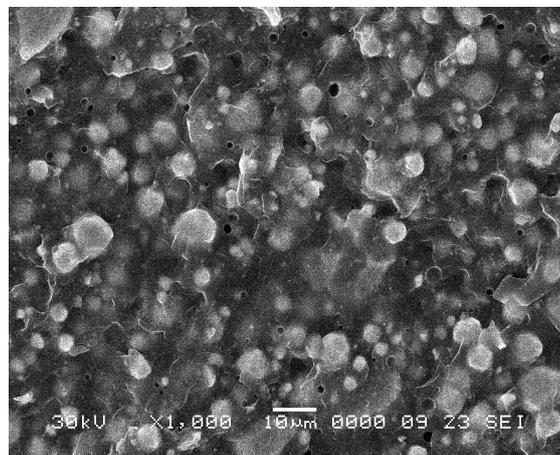


Рисунок 44 – Растровая электронная микроскопия скола эндодонтического силера «АН Plus» в x1000 кратном увеличении, после воздействия ЭМП

Аналогичные изменения наблюдаются и при увеличении x2000 (Рисунок 45 – 46).

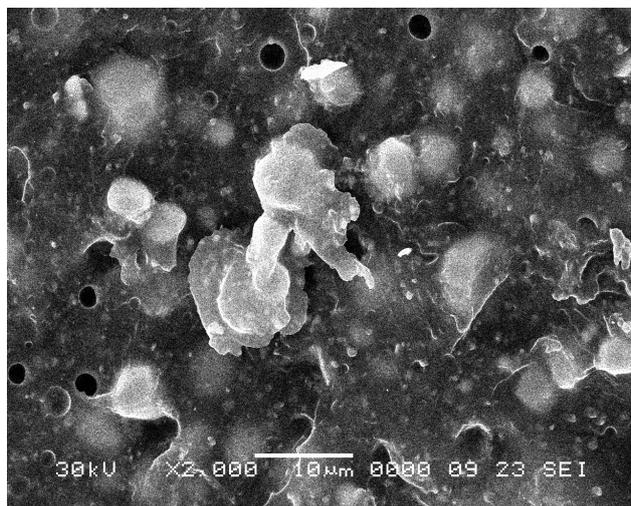


Рисунок 45 – Растровая электронная микроскопия скола эндодонтического силера «АН Plus» в x2000 кратном увеличении, без воздействия ЭМП

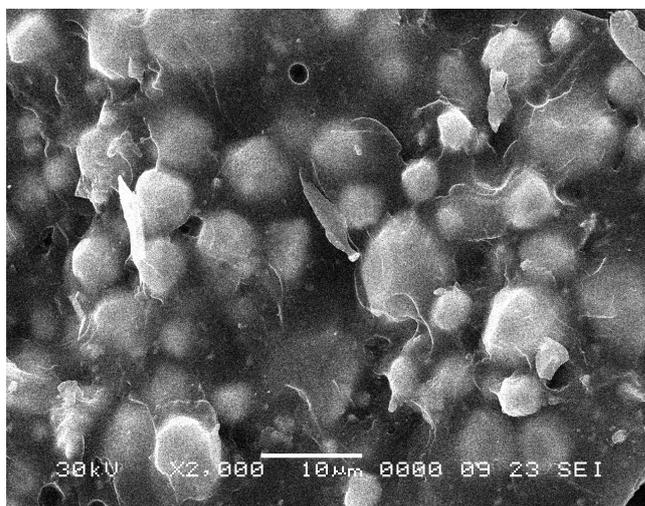


Рисунок 46 – Растровая электронная микроскопия скола эндодонтического силера «АН Plus» в x2000 кратном увеличении, после воздействия ЭМП

Схожие изменения были обнаружены и в образцах «Виэдент» (ВладМиВа, Россия), и «Эпоксидин» (Techno Dent, Россия). Результаты растровой электронной микроскопии образцов «Виэдент» в x1000 и x2000 увеличении представлены на Рисунках 47 – 50. Результаты растровой электронной микроскопии образцов «Эпоксидин» в x1000 и x2000 увеличении представлены на Рисунках 51 – 54.

Также мы исследовали изменения в силерах, которые были подвергнуты воздействию электромагнитного поля 12 месяцев назад. На Рисунках 55 и 56 представлены образцы после воздействия ЭМП «АН Plus» в x1000 и x2000 кратном увеличении.

Из данных, основанных на снимках, можно сделать вывод, что изменения в силере, вызванные действием ЭМП, сохранились в течение 12 месяцев.

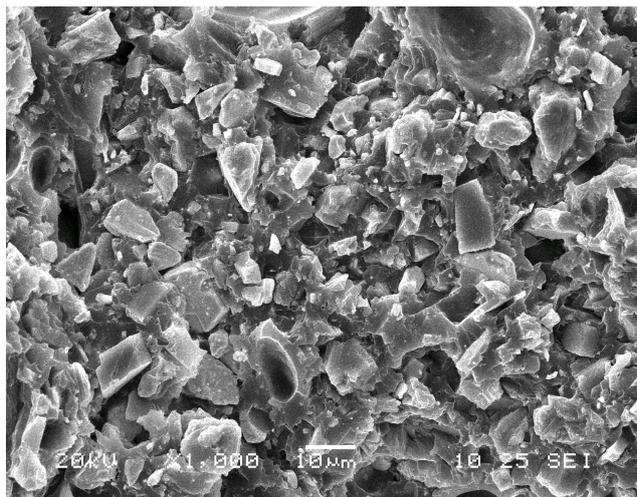


Рисунок 47 – Растровая электронная микроскопия скола эндодонтического силера «Виэдент» в х1000 кратном увеличении, без воздействия ЭМП

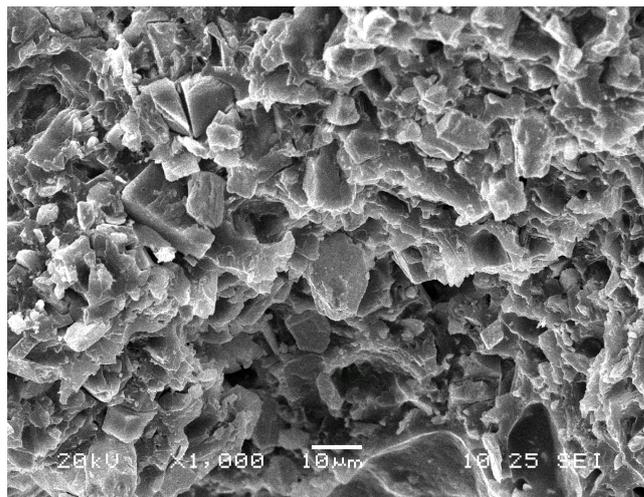


Рисунок 48 – Растровая электронная микроскопия скола эндодонтического силера «Виэдент» в х1000 кратном увеличении, после воздействия ЭМП

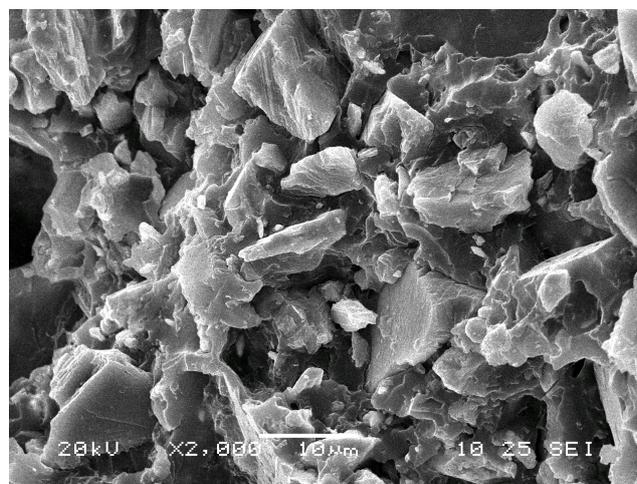


Рисунок 49 – Растровая электронная микроскопия скола эндодонтического силера «Виэдент» в х2000 кратном увеличении, без воздействия ЭМП

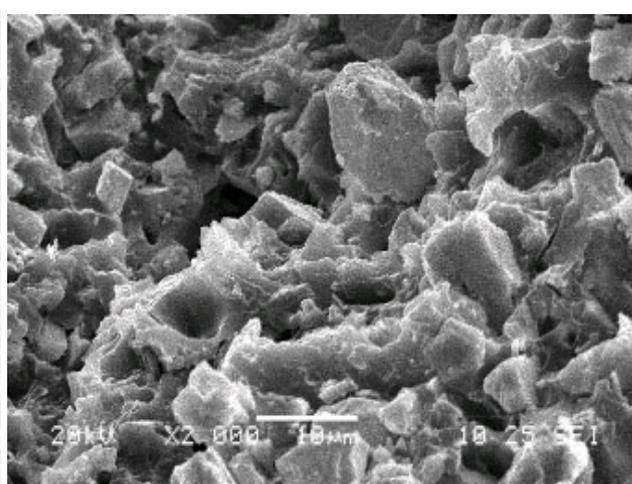


Рисунок 50 – Растровая электронная микроскопия скола эндодонтического силера «Виэдент» в х2000 кратном увеличении, после воздействия ЭМП

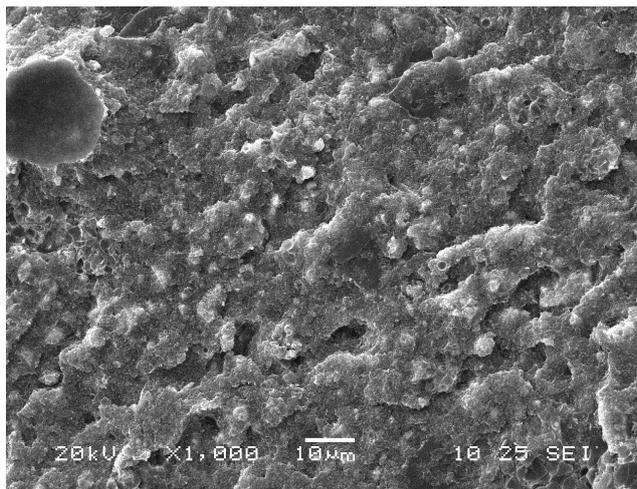


Рисунок 51 – Растровая электронная микроскопия скола эндодонтического силера «Эпоксидин» в 1000 кратном увеличении, без воздействия ЭМП

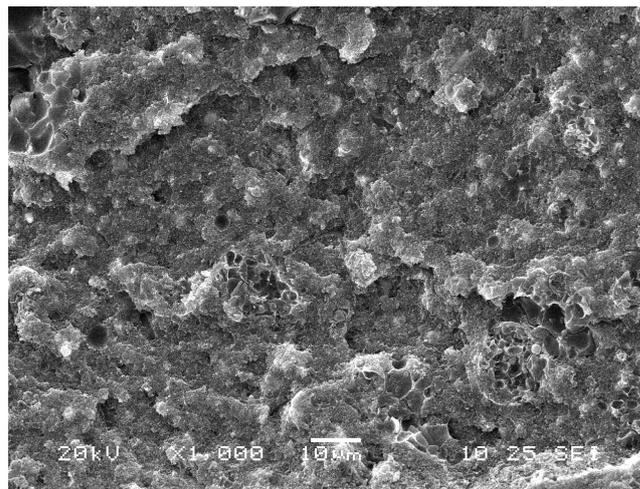


Рисунок 52 – Растровая электронная микроскопия скола эндодонтического силера «Эпоксидин» в 1000 кратном увеличении, после воздействия ЭМП

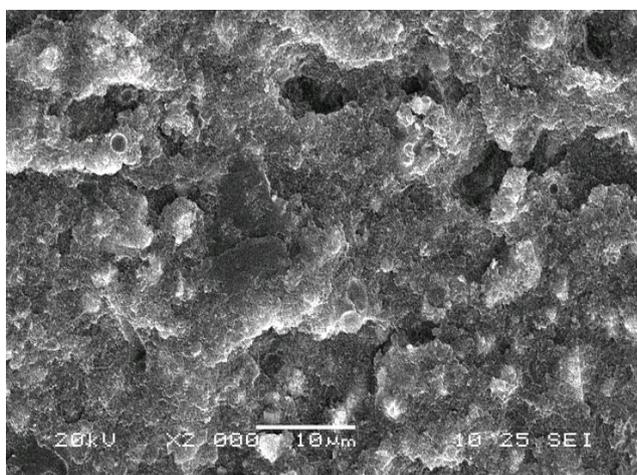


Рисунок 53 – Растровая электронная микроскопия скола эндодонтического силера «Эпоксидин» в 2000 кратном увеличении, без воздействия ЭМП

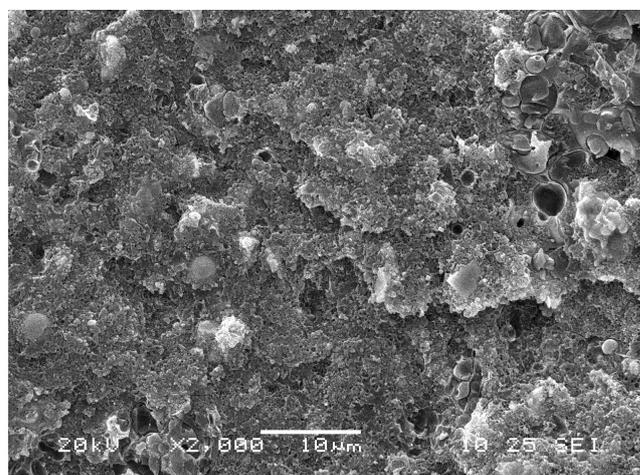


Рисунок 54 – Растровая электронная микроскопия скола эндодонтического силера «Эпоксидин» в 2000 кратном увеличении, после воздействия ЭМП

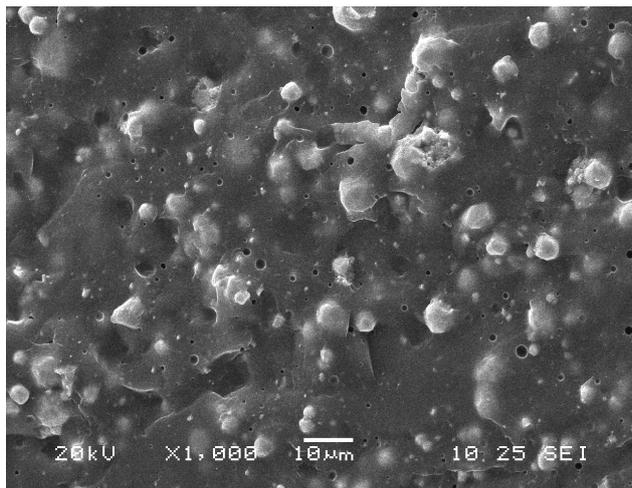


Рисунок 55 – Растровая электронная микроскопия скола эндодонтического силера «АН Plus» в x1000 кратном увеличении, контрольная группа. 1 год после воздействия ЭМП

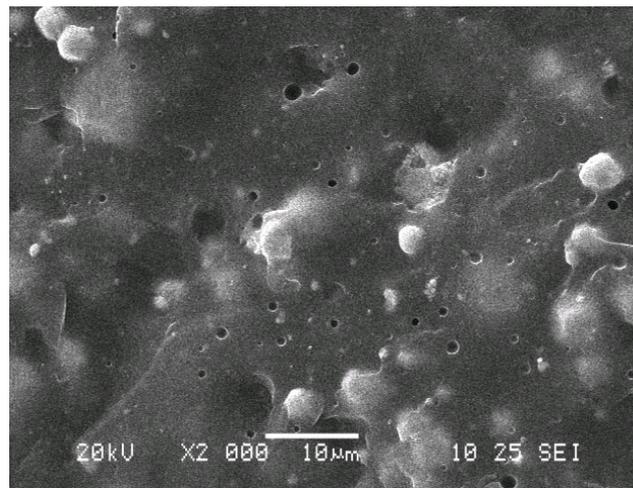


Рисунок 56 – Растровая электронная микроскопия скола эндодонтического силера «АН Plus» в x2000 кратном увеличении, опытная группа. 1 год после воздействия ЭМП

Результаты определения значения адгезионной прочности в соединении с твердыми тканями зуба

В результате исследования, проведенного при помощи разрывной машины ИР 5046-5, были получены следующие результаты.

Среднее значение адгезионной прочности в соединении с твердыми тканями зуба в опытной группе «Эпоксидин» равняется $4,04 \pm 0,37$ МПа (Н/мм²), в контрольной группе – $2,97 \pm 0,23$ МПа (Н/мм²). Среднее значение адгезионной прочности в соединении с твердыми тканями зуба в опытной группе «Виэдент» составляет $3,57 \pm 0,33$ МПа (Н/мм²), в контрольной группе – $2,54 \pm 0,16$ МПа (Н/мм²). Среднее значение адгезионной прочности в соединении с твердыми тканями зуба в опытной группе «АН Plus» равняется $4,28 \pm 0,32$ МПа (Н/мм²), в контрольной группе – $3,1 \pm 0,2$ МПа (Н/мм²), $p < 0,05$. Таким образом, можно сделать вывод, что адгезионная прочность силеров, основанных на аминоэпоксидных смолах, в соединении с твердыми тканями зуба под влиянием

электромагнитного поля повышается в среднем в 1,38 раз. Результаты исследований представлены в Таблице 9.

Таблица 9 – Средние значения результатов адгезионной прочности в соединении с твердыми тканями зуба

Препарат	Группа	Среднее значение МПа (Н/мм ²)
«Эпоксидин»	Опытная (после воздействия ЭМП)	4,04 ± 0,37
	Контрольная (без воздействия ЭМП)	2,97 ± 0,23
«Виэдент»	Опытная (после воздействия ЭМП)	3,57 ± 0,33
	Контрольная (без воздействия ЭМП)	2,54 ± 0,16
«АН Plus»	Опытная (после воздействия ЭМП)	4,28 ± 0,32
	Контрольная (без воздействия ЭМП)	3,1 ± 0,20

Результаты изучения текучести исследуемых образцов

В результате изучения текучести исследуемых образцов силера были получены следующие результаты.

Среднее значение текучести в опытной группе «Эпоксидин» равняется $42,17 \pm 1,93$ мм, в контрольной группе – $38,02 \pm 1,88$ мм. Среднее значение текучести в опытной группе «Виэдент» составляет $41,01 \pm 0,9$ мм, в контрольной группе – $38 \pm 1,3$ мм. Среднее значение текучести в опытной группе «АН Plus» равняется $42,07 \pm 1,53$ мм, в контрольной группе – $38,59 \pm 1,52$ мм., $p < 0,05$.

Исходя из результатов исследования, можно сделать заключение, что воздействие ЭМП с заданными параметрами на эндодонтические силеры, основанные на аминоэпоксидных смолах, приводит к повышению текучести в среднем в 1,09 раз. Результаты исследования представлены в Таблице 10.

Таблица 10 – Средние значения результатов теста на текучесть

Препарат	Группа	Среднее значение (мм)
«Эпоксидин»	Опытная (после воздействия ЭМП)	42,17 ± 1,93
	Контрольная (без воздействия ЭМП)	38,02 ± 1,88
«Виэдент»	Опытная (после воздействия ЭМП)	41,01 ± 0,9
	Контрольная (без воздействия ЭМП)	38 ± 1,3
«АН Plus»	Опытная (после воздействия ЭМП)	42,07 ± 1,53
	Контрольная (без воздействия ЭМП)	38,59 ± 1,52

**Результаты определения значений в проверке времени твердения
исследуемых образцов**

В результате изучения времени твердения исследуемых образцов силера были получены следующие результаты. Среднее значение времени твердения в опытной группе «Эпоксидин» равняется 1200 ± 60 мин, а в контрольной 1200 ± 60 мин. Среднее значение времени твердения в опытной группе «Виэдент» составляет 1140 ± 60 мин, а в контрольной 1140 ± 60 мин. Среднее значение времени твердения в опытной группе «АН Plus» – 1080 ± 60 мин, а в контрольной 1080 ± 60 мин.

Полученные данные в тесте на время твердения образцов силера позволяют сделать вывод, что влияние электромагнитного поля не меняет время твердения исследуемых образцов. Коэффициент достоверности p равен 1, что доказывает отсутствие статистически значимых различий в группах исследования.

Результаты исследования представлены в Таблице 11.

Таблица 11 – Средние значения результатов времени твердения исследуемых образцов

Препарат	Группа	Среднее значение (мин)
«Эпоксидин»	Опытная (после воздействия ЭМП)	1200 ± 60
	Контрольная (без воздействия ЭМП)	1200 ± 60
«Виэдент»	Опытная (после воздействия ЭМП)	1140 ± 60
	Контрольная (без воздействия ЭМП)	1140 ± 60
«АН Plus»	Опытная (после воздействия ЭМП)	1080 ± 60
	Контрольная (без воздействия ЭМП)	1080 ± 60

Результаты определения значений в проверке толщины пленки

В результате изучения толщины пленки исследуемых образцов силера были получены следующие результаты. Среднее значение толщины пленки в опытной группе «Эпоксидин» равняется $43,63 \pm 1,27$ мкм, в контрольной группе – $46,98 \pm 1,92$ мкм. Среднее значение толщины пленки в опытной группе «Виэдент» составляет $42,4 \pm 1,5$ мкм, в контрольной группе – $47,29 \pm 2,72$ мкм. Среднее значение толщины пленки в опытной группе «АН Plus» равняется $43,83 \pm 0,97$ мкм, в контрольной группе значение составляет $46,89 \pm 1,24$ мкм.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что влияние электромагнитного поля на эндодонтические силеры, основанные на аминоэпоксидных смолах, приводит к уменьшению толщины пленки в среднем в 1,09 раз, $p < 0,05$.

Результаты исследования представлены в Таблице 12.

Таблица 12 – Средние значения результатов определения толщины пленки исследуемых образцов

Препарат	Группа	Среднее значение (мкм)
«Эпоксидин»	Опытная (после воздействия ЭМП)	43,63 ± 1,27
	Контрольная (без воздействия ЭМП)	46,98 ± 1,92
«Виэдент»	Опытная (после воздействия ЭМП)	42,4 ± 1,5
	Контрольная (без воздействия ЭМП)	47,29 ± 2,72
«АН Plus»	Опытная (после воздействия ЭМП)	43,83 ± 0,97
	Контрольная (без воздействия ЭМП)	46,89 ± 1,24

Результаты определения значений в проверке на растворимость

В результате изучения растворимости исследуемых образцов силера были получены следующие результаты. Среднее значение растворимости в опытной группе «Эпоксидин» равняется $1,49 \pm 0,41$ %, в контрольной группе – $2,46 \pm 0,34$ %. Среднее значение растворимости в опытной группе «Виэдент» – $1,98 \pm 0,22$ %, в контрольной группе значение равняется $2,59 \pm 0,31$ %. Среднее значение растворимости в опытной группе «АН Plus» составляет $0,95 \pm 0,35$ %, в контрольной – $1,65 \pm 0,26$ %, $p < 0,05$.

Полученные данные позволяют сделать вывод, что влияние электромагнитного поля на эндодонтические силеры, основанные на аминоэпоксидных смолах, приводит к уменьшению растворимости в среднем в 1,57 раз.

Результаты исследования представлены в Таблице 13.

Таблица 13 – Средние значения результатов исследования в тесте растворимости исследуемых образцов

Препарат	Группа	Среднее значение (%)
«Эпоксидин»	Опытная (после воздействия ЭМП)	1,49 ± 0,41
	Контрольная (без воздействия ЭМП)	2,46 ± 0,34
«Виэдент»	Опытная (после воздействия ЭМП)	1,98 ± 0,22
	Контрольная (без воздействия ЭМП)	2,59 ± 0,31
«АН plus»	Опытная (после воздействия ЭМП)	0,95 ± 0,35
	Контрольная (без воздействия ЭМП)	1,65 ± 0,26

1.2. Результаты клинических исследований

Оценка качества obturации корневого канала

Для получения объективных данных мы обследовали пациентов, которым было проведено эндодонтическое лечение модифицированным и немодифицированным силером. Оценка результатов лечения определялась на основании рентгенологической картины непосредственно после лечения и спустя 6 и 12 месяцев.

Качество obturации после эндодонтического лечения в 100% случаев (102 пациента) было определено на 4 балла. Спустя полгода и один год после лечения результат не изменился, что свидетельствует об отсутствии патологических изменений в периапикальных тканях, $p < 0,05$. Полученные результаты представлены на Рисунке 57 – 58.

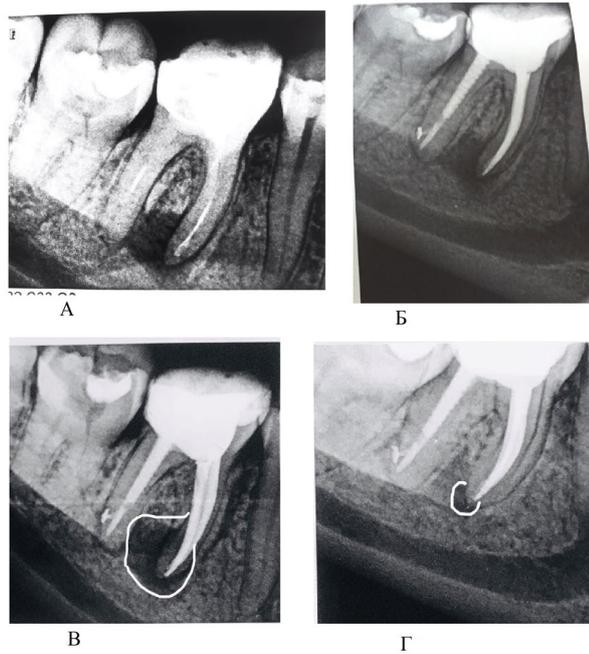


Рисунок 57 – Рентгенологическое обследование зуба 46. Снимок до лечения (А), снимок после лечения (Б), снимок после лечения, обведен очаг разряжения (В), контрольный снимок спустя 1 год после лечения (Г)



Рисунок 58 – Рентгенологическое обследование зуба 3.7. Контрольный снимок после лечения (слева) и через 12 месяцев после лечения (справа) после воздействия ЭМП

Определение субъективных ощущений пациента через шкалу боли

В результате исследования мы выяснили, что использование модифицированного силера приводит к более быстрому исчезновению жалоб после лечения в опытной группе по сравнению с контрольной. В опытной группе,

в которой использовался модифицированный силер, спустя 7 дней после лечения жалобы на болезненные ощущения при перкуссии, накусывании предъявляли 3,9 %, через 14 и 28 дней – 0%. В контрольной группе, в которой применялся немодифицированный силер, спустя 7 дней жалобы на болезненные ощущения при перкуссии, накусывании предъявляли 9,8%, спустя 14 дней – 3,9%, а спустя 28 дней – 0%, $p < 0,05$. Данные представлены в Таблицах 14-15.

Таблица 14 – Результаты определения субъективных ощущений пациента с помощью шкалы боли. Количество пациентов контрольной группы

Балл по шкале боли	1	2	3	4	5
	Боль отсутствует	Легкая боль	Умеренная боль	Сильная боль	Невыносимая боль
В день приема	0	11	28	14	0
Спустя 7 дней	51	2	0	0	0
Спустя 14 дней	53	0	0	0	0
Спустя 28 дней	53	0	0	0	0

Таким образом, влияние электромагнитного поля на силеры, основанные на аминоэпоксидных смолах, позволяет повысить качество лечения, ускорить процесс достижения стойкой реконвалесценции. Количество жалоб пациентов спустя 7 дней после лечения уменьшилось в 2,5 раза.

Таблица 15 – Результаты определения субъективных ощущений пациента с помощью шкалы боли. Количество пациентов опытной группы

Баллы по шкале боли	1	2	3	4	5
	Боль отсутствует	Легкая боль	Умеренная боль	Сильная боль	Невыносимая боль
В день приема	0	6	30	13	0
Спустя 7 дней	43	43	0	0	0

Спустя 14 дней	47	47	0	0	0
Спустя 28 дней	49	49	0	0	0

1.3. Результаты клинико-лабораторных исследований

Результаты определения границы прилегания силера к дентину корня зуба при помощи метода растровой электронной микроскопии

В результате исследования на растровом электронном микроскопе (Jeol JSM-6380LV) были получены следующие результаты. Во-первых, воздействие электромагнитного поля привело к повышению качества прилегания силера к дентину корня зуба. Расстояние между obturационным материалом и дентином корня в образцах опытной группы, в которой использовался модифицированный силер, меньше, чем в контрольной, в которой применялся немодифицированный силер. Во-вторых, отмечаются более упорядоченное расположение отдельных частиц силера, меньший размер и количество пор в опытной группе в сравнении с

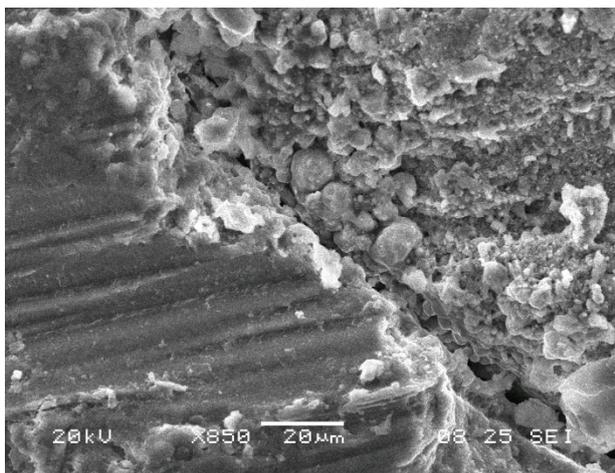


Рисунок 59 – Растровая электронная микроскопия (увеличение x850) поперечного среза корня зуба. На снимке показан контакт obturационного материала с дентином корня, без воздействия ЭМП

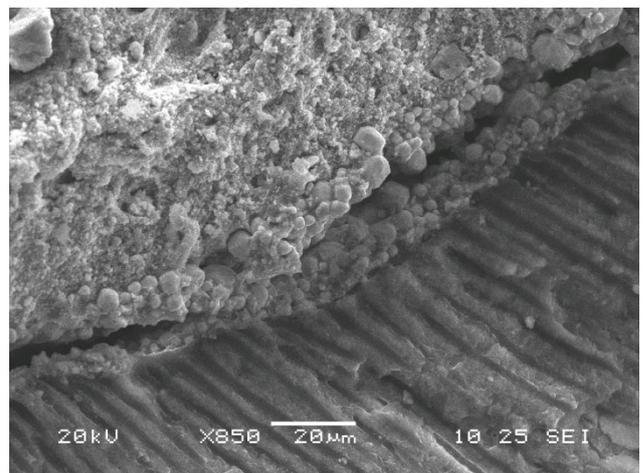


Рисунок 60 – Растровая электронная микроскопия (увеличение x850) поперечного среза корня зуба. На снимке показан контакт obturационного материала с дентином корня, без воздействия ЭМП

контрольной. Данные изменения показаны на Рисунках 59 – 63.

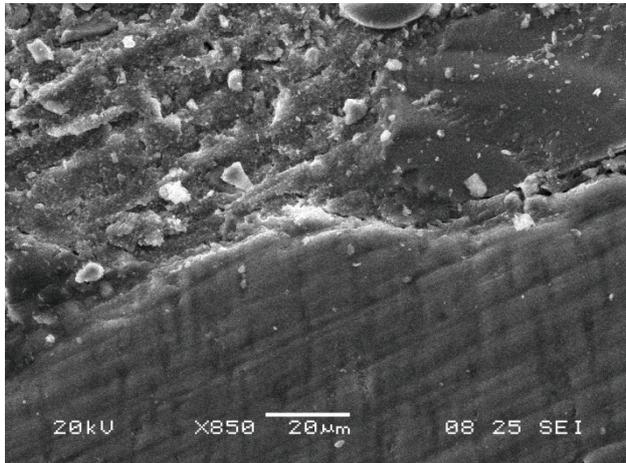


Рисунок 61 – Растровая электронная микроскопия (увеличение x850) поперечного среза корня зуба. На снимке показан контакт obturational материала с дентином корня, после воздействия ЭМП

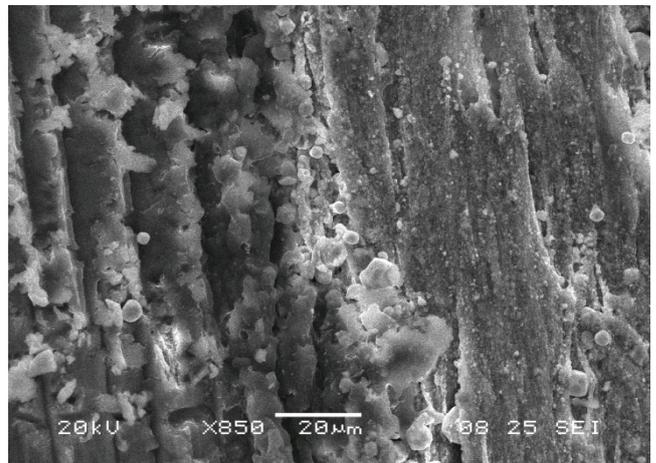


Рисунок 62 – Растровая электронная микроскопия (увеличение x850) поперечного среза корня зуба. На снимке показан контакт obturational материала с дентином корня, после воздействия ЭМП

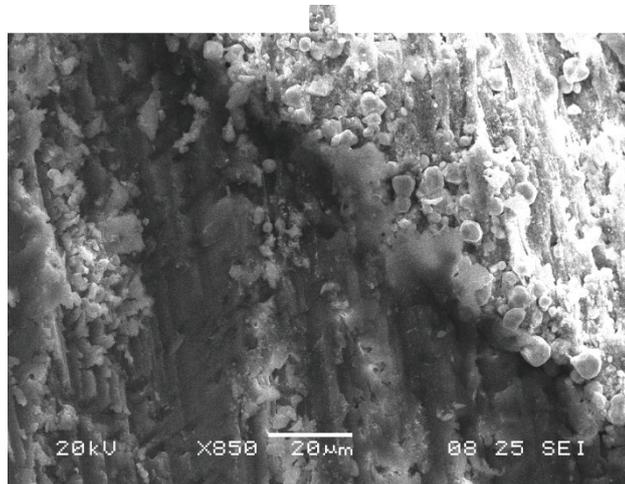


Рисунок 63 – Растровая электронная микроскопия (увеличение x850) поперечного среза корня зуба. На снимке показан контакт obturational материала с дентином корня, после воздействия ЭМП

Глава 4. Обсуждение результатов

Одной из приоритетных проблем современной стоматологии является профилактика осложнений, возникающих после эндодонтического лечения. По данным ВОЗ в большинстве развитых странах около 83% населения в анамнезе имеют, как минимум, один эндодонтически леченый зуб. В России данный показатель достигает 93%. Из них около 40% случаев заканчиваются развитием ближайших или отдаленных осложнений. Ближайшими считаются все те осложнения, которые появились либо непосредственно в процессе лечения, либо в ближайшие несколько дней после вмешательства. Отдаленными же считаются все те осложнения, что развиваются спустя несколько недель, месяцев после лечения. Существует множество причин, провоцирующих данные состояния. Примером ближайших осложнений можно считать поломку инструмента в корневом канале, перфорации дна, стенок полости или стенок канала корня. Отдаленным осложнением зачастую является развитие различных форм периодонтитов в ответ на неправильно проведенное лечение. Чаще всего причиной возникновения осложнений являются оставшиеся инфицированные некротические массы, которые приводят к нарушению адгезии obturационной системы к стенкам корневого канала зуба.

Для того чтобы получить стойкий положительный результат лечения, необходимо добиться выполнения ряда условий, которые можно разделить на три группы. Во-первых, мануальные навыки врача стоматолога. Во-вторых, реактивность организма пациента. В-третьих, качество стоматологических материалов. Качество стоматологического лечения напрямую зависит от данных параметров. Однако даже при условии идеальной техники работы врача стоматолога, а также соблюдении пациентом всех рекомендаций, повышение качества лечения ограничено свойствами используемых материалов, обусловленных их физико-химическим строением. Поэтому наиболее перспективным вариантом повышения качества лечения является модификация

стоматологических материалов. Данное заключение подтверждается большим количеством научных трудов.

Стоматологическое лечение осложнений кариеса заключается в удалении всех некротизированных и инфицированных тканей зуба, тщательной антисептической обработке, а также obturation системы корневых каналов. Все три компонента являются равноценно важными, однако именно последний из них обуславливает долгосрочную перспективу лечения. Эндодонтической obturation называется процесс герметичного трехмерного заполнения канала корня. Качество выполнения данного этапа преследует следующие цели:

1. Ликвидация патологического очага в периодонтальной области.
2. Восстановление функции периодонта.
3. Герметичность корневой пломбы как способ препятствия повторного инфицирования.

С целью obturation системы корневых каналов на сегодняшний день используются пластичная твердеющая паста (силер, или корневая пломба) и твердотельный наполнитель – штифт, или филлер. Все штифты должны выполнять одну основную функцию – заполнение просвета корневого канала. Материалом для них выступают сплавы титана, серебро, пластмассы, стекловолокно, гуттаперча. Главная цель заключается в нахождении материала, на 100% инертного к тканям человека, способствующего снятию воспаления в периапикальной зоне, стимулирующего регенерацию, максимально заполняющего просвет канала, обладающего адгезией к стенкам корня и так далее. Такой материал на сегодняшний день не найден, однако гуттаперчевые штифты наиболее приближены к данному перечню требований. С целью заполнения пространства между штифтами, а также между филером и стенкой корневого канала практически во всех методиках obturation корневого канала используется силер (от английского «to seal» – герметизировать). К obturation системы на сегодняшний день предъявляются следующие требования: выраженная адгезия к стенкам корневого канала, оптимальная герметизация системы корневого канала, рентгеноконтрастность,

бактериостатичность эндогерметика, нерастворимость герметика в корневом канале, но растворимость в периапикальных тканях, растворимость под действием определенных растворителей в случае необходимости распломбирования корневого канала, отсутствие канцерогенных, тератогенных, кариесогенных свойств, абсолютная биосовместимость и толерантность к тканям организма, легкость введения в систему корневых каналов, неизменность пластических свойств, отсутствие усадки эндогерметика, отсутствие окрашивающих эффектов на окружающие ткани, медленное отверждение материала, герметик не должен провоцировать иммунный ответ, не повреждать зачаток постоянного зуба при его наличии, рассасываться в процессе физиологической резорбции. На данный момент не существует материала, удовлетворяющего всем условиям одновременно. Наиболее приближены к вышеописанным требованиям аминоэпоксидные силеры из группы полимеров. Они состоят из 2 компонентов: паста – паста либо порошок – жидкость. При их смешивании с химической точки зрения начинается реакция поликонденсации. В процессе данной реакции происходит сшивание мономерной структуры с образованием полимерной. Однако силеры этой группы обладают рядом недостатков. Для их преодоления осуществляются попытки изменения техники работы, модификации исходного материала.

На сегодняшний день известны два основных пути модификации полимерных соединений на основе аминоэпоксидных смол: химический и физический. Также выделяют третий путь – физико-химический, который является комбинацией двух предыдущих. Химический путь подразумевает изменение строения молекулы, путем введения добавок, изменяющих свойства конечного продукта. Например, использование кремнийорганических соединений приводит к повышению термостойкости. Физические варианты модификации представлены различными направлениями: термическая, вакуумная, компрессионная обработка материалов, введение в состав химически инертных веществ, способных изменять функцию полимера вследствие физического

воздействия, различные виды электромагнитных излучений с длинами волн от $1 * 10^{-12}$ (рентгеновское излучение) до $1 * 10^{-2}$ (микроволновое излучение).

За последние десятилетия было опубликовано множество научных трудов, общая идея которых – влияние постоянного электромагнитного поля на вещества, которые, по общепринятому мнению, слабовосприимчивы к воздействию ЭМП. Одними из первых ученых, описавших влияние магнитных полей на полимерные соединения, были Б.А. Иоффе и Р.К. Калнинь. Изучались диэлектрические свойства полиметилметакрилата (ПММК) и поливинилхлорида (ПВХ) в разных по напряженности магнитных полях. Оценивались различные характеристики с целью определения значений, оптимальных для тех или иных целей. Согласно исследованиям Ю.М. Молчанова с коллегами полимерные соединения чувствительны к воздействию электромагнитного поля. Результаты показали повышение прочности на диаметральный разрыв в среднем в 2 раза после 20 минутной обработки образцов в ЭМП с индукцией 0,8 Тл.

Проведя анализ литературы, можно сделать ряд выводов:

1. ЭМП способно менять свойства полимерных соединений.
2. Существует большое количество работ, исследующих многие аспекты вопроса связи ЭМП и полимеров.
3. Влияние ЭМП на различные полимерные соединения приводит к ряду структурных трансформаций, результатом которых является изменение механических, адгезионных и прочих характеристик.

Целью нашего исследования было повышение эффективности лечения осложнений кариеса путем использования модифицированных электромагнитным полем эндодонтических силеров, основанных на эпоксидных смолах.

Для проведения исследований нами были отобраны силеры из группы полимеров, содержащих эпоксидные смолы. Используемые материалы выбирались согласно популярности материала среди практикующих врачей стоматологов, а также исходя из доступности на стоматологическом рынке. Каждый силер представлен двухкомпонентной системой: паста-паста. Мы использовали следующие препараты: «АН Plus» (Dentsply, США), «Эпоксидин»

(Techno Dent, Россия), «Виэдент» (ВладМива, Россия). Все исследуемые силеры были разделены на две группы: опытная (модифицированный силер воздействием электромагнитного поля) и контрольная (немодифицированный силер). Модификация силера осуществлялась посредством воздействия электромагнитного поля с применением установки для намагничивания. Для проведения эксперимента была установлена напряженность, составляющая $20 \cdot 10^4$ – $24 \cdot 10^4$ А/м. Длительность воздействия – 20 мин. Однородность магнитного поля данного устройства в межполюсном пространстве, в вертикальной и горизонтальной плоскостях не превышает допустимых значений (0,01 – 0,02%). Материалом исследования при проведении лабораторных этапов являлись образцы силера, подготовленные определенным образом. Для приготовления образцов опытной группы использовался модифицированный силер, для контрольной – немодифицированный.

Материалом исследования для проведения клинических этапов являлся контингент людей в количестве 102 человека (57 женщин и 45 мужчин), которым было проведено эндодонтическое лечение. Все исследуемые люди были старше 20 лет, но моложе 40. Показаниями к лечению являлись осложнения кариозного процесса: K04.0 пульпит, K04.4 острый апикальный периодонтит пульпарного происхождения, K04.5 хронический апикальный периодонтит. Все пациенты были разделены на две группы по 51 человеку в каждой. В опытной группе было проведено лечение с использованием силера после воздействия ЭМП (модифицированный силер), а в контрольной – с использованием силера, не подвергавшегося воздействию электромагнитного поля (немодифицированный силер). Для obturации корневого канала использовалась методика латеральной конденсации.

Для проведения клинико-лабораторного этапа исследований нами был обработан материал, полученный в серии клинических исследований. Основой для получения данных являлся контингент людей в количестве 36 человек (19 женщин и 17 мужчин) в возрасте от 20 до 39 лет, которым было проведено эндодонтическое лечение зубов, подлежащих удалению по ортодонтическим и

ортопедическим показаниям. Удалению подлежали первые и вторые премоляры верхней и нижней челюсти слева и справа. Все пациенты были распределены на две группы по 18 человека в каждой. У 10 пациентов производилось лечение двух зубов. В опытной группе было проведено эндодонтическое лечение данных зубов с использованием модифицированного силера – подвергнутого воздействию ЭМП (23 зубов). В контрольной группе использовался немодифицированный силер (23 зубов). Для obturации корневого канала использовалась методика латеральной конденсации. Период времени между obturацией корневого канала и удалением зуба составлял 5-6 месяцев. Сколы производились в различных третях корня зуба.

Мы применяли следующие методы исследования:

1. Лабораторные методы исследования:

1.1. Изучение изменений в структуре силера методом растровой электронной микроскопии (РЭМ). Использовались 1000- и 2000- кратное увеличение.

1.2. Определение прочности адгезионного соединения силера и стенок дентина корня зуба.

1.3. Оценка образцов в тесте на текучесть.

1.4. Оценка образцов в тесте на время твердения.

1.5. Оценка образцов в тесте на измерение толщины пленки.

1.6. Оценка образцов в тесте на растворимость.

2. Клинико-лабораторные методы исследования:

2.1. Изучение зоны демаркации obturационного материала и тканей зуба в области скола методом РЭМ в 850-кратном увеличении.

3. Клинические методы исследования:

3.1. Основные методы исследования стоматологического пациента.

3.2. Дополнительные методы исследования стоматологического пациента:

3.2.1. Рентгенологическое исследование. Метод выполнялся с целью оценки состояния периапикальных тканей на момент обращения пациента и для контроля качества obturации после эндодонтического вмешательства. Оценка качества

обтурации корневого канала. Качество obturation корневого канала определялось непосредственно после лечения и спустя шесть и двенадцать месяцев;

3.2.2. Определение субъективных ощущений пациента через шкалу боли. Мы предлагали выбрать наиболее подходящую интерпретацию через вербальное описание боли и степени ее выраженности с использованием специальной шкалы. Болезненные ощущения определялись как в покое, так и при перкуссии.

4. Статистические методы обработки на ЭВМ.

Для изучения физико-химических свойств материалов для obturation корневого канала, модифицированных электромагнитным полем, были использованы методы оценки согласно ГОСТу 31574-2012 группа P22: материалы стоматологические полимерные восстановительные. Нами были проведены исследования согласно ГОСТу 31071-2012 (ISO 6876: 1986): материалы стоматологические для пломбирования корневых каналов зубов.

Результаты определения структурных изменений в образцах силеров методом растровой электронной микроскопии (Jeol JSM - 6380LV) в 1000- и 2000-кратном увеличении показали, что уменьшились диаметральные размеры всех пор, пустот, наблюдаемых в поле зрения, уменьшилось количество пор, более упорядоченное расположение частиц в силере. Также мы исследовали изменения в силерах, которые были подвергнуты воздействию электромагнитного поля 12 месяцев назад. Из данных, основанных на снимках, можно сделать вывод, что изменения в силере, вызванные действием ЭМП, сохранились в течение 12 месяцев.

Результаты определения значения адгезионной прочности в соединении с твердыми тканями зуба показали, что среднее значение адгезионной прочности в соединении с твердыми тканями зуба в опытной группе «Эпоксидин» равняется $4,04 \pm 0,37$ МПа (Н/мм²), в контрольной группе – $2,97 \pm 0,23$ МПа (Н/мм²). Среднее значение адгезионной прочности в соединении с твердыми тканями зуба в опытной группе «Виэидент» составляет $3,57 \pm 0,33$ МПа (Н/мм²), в контрольной группе – $2,54 \pm 0,16$ МПа (Н/мм²). Среднее значение адгезионной прочности в соединении с твердыми тканями зуба в опытной группе «АН Plus» равняется 4,28

$\pm 0,32$ МПа (Н/мм²), в контрольной группе – $3,1 \pm 0,2$ МПа (Н/мм²), $p < 0,05$. Таким образом, можно сделать вывод, что адгезионная прочность силеров, основанных на аминоэпоксидных смолах, в соединении с твердыми тканями зуба под влиянием электромагнитного поля повышается.

Графическая интерпретация результатов адгезионной прочности в соединении с твердыми тканями зуба в группах силеров представлена на Рисунках 64 – 66, а так же сравнительной диаграммой на Рисунке 67.

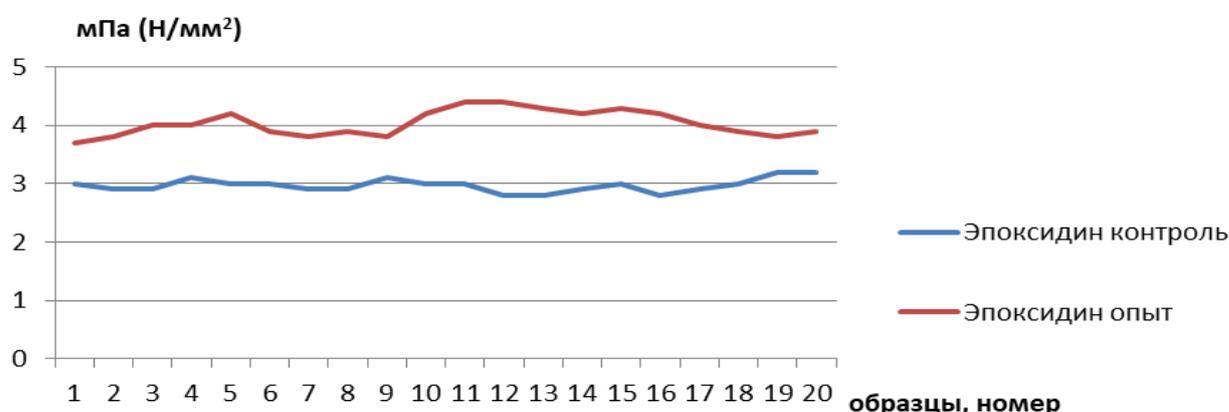


Рисунок 64 – Графическая интерпретация значений адгезионной прочности в соединении с твердыми тканями зуба в подгруппе Эпоксидин

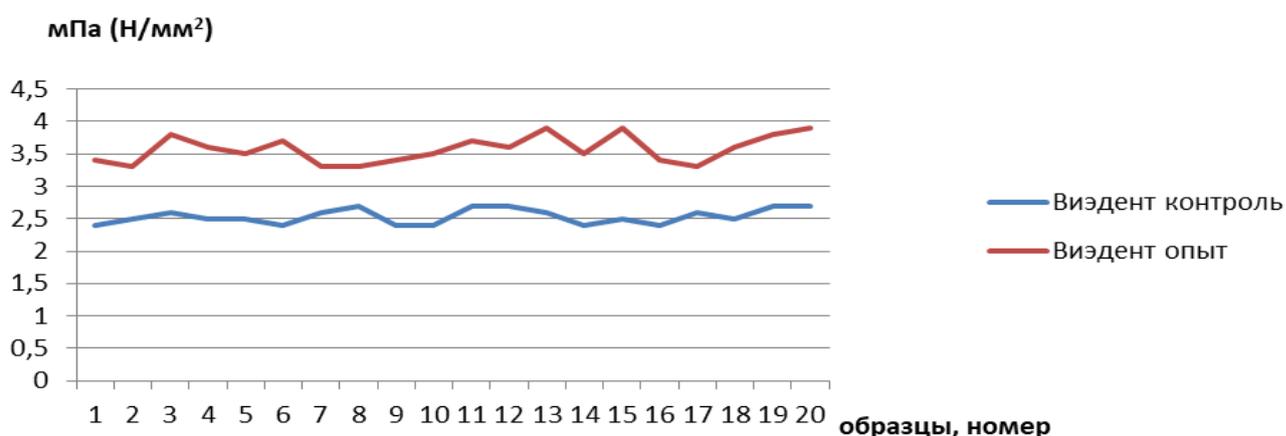


Рисунок 65 – Графическая интерпретация значений адгезионной прочности в соединении с твердыми тканями зуба в подгруппе Виэдент

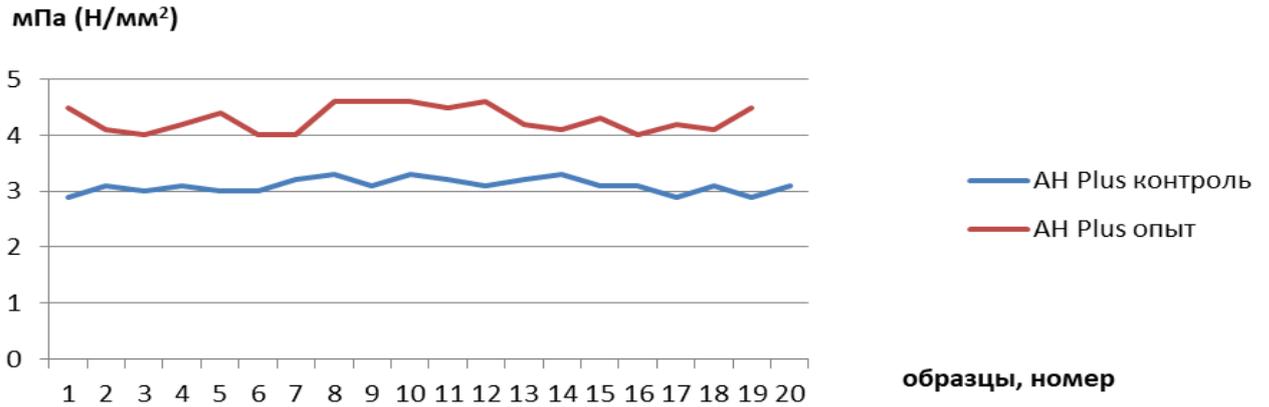


Рисунок 66 – Графическая интерпретация значений адгезионной прочности в соединении с твердыми тканями зуба в подгруппе АН Plus

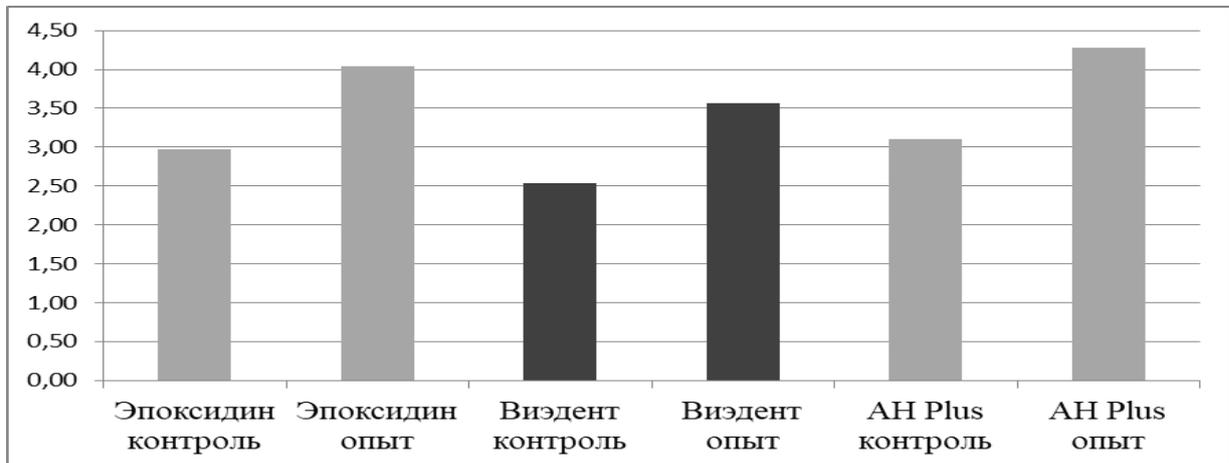


Рисунок 67 – Сравнительная диаграмма средних значений результатов исследования силеров в тесте на адгезионную прочность

Результаты изучения текучести исследуемых образцов показали, что среднее значение текучести в опытной группе «Эпоксидин» равняется $42,17 \pm 1,93$ мм, в контрольной группе – $38,02 \pm 1,88$ мм. Среднее значение текучести в опытной группе «Виэдент» составляет $41,01 \pm 0,9$ мм, в контрольной группе – $38 \pm 1,3$ мм. Среднее значение текучести в опытной группе «АН Plus» равняется $42,07 \pm 1,53$ мм, в контрольной группе – $38,59 \pm 1,52$ мм, $p < 0,05$. Исходя из результатов исследования, можно сделать заключение, что воздействие ЭМП с заданными параметрами на эндодонтические силеры, основанные на аминоэпоксидных смолах, приводит к повышению текучести.

Графическая интерпретация результатов теста на текучесть в группах силеров представлена на Рисунках 68 – 70.

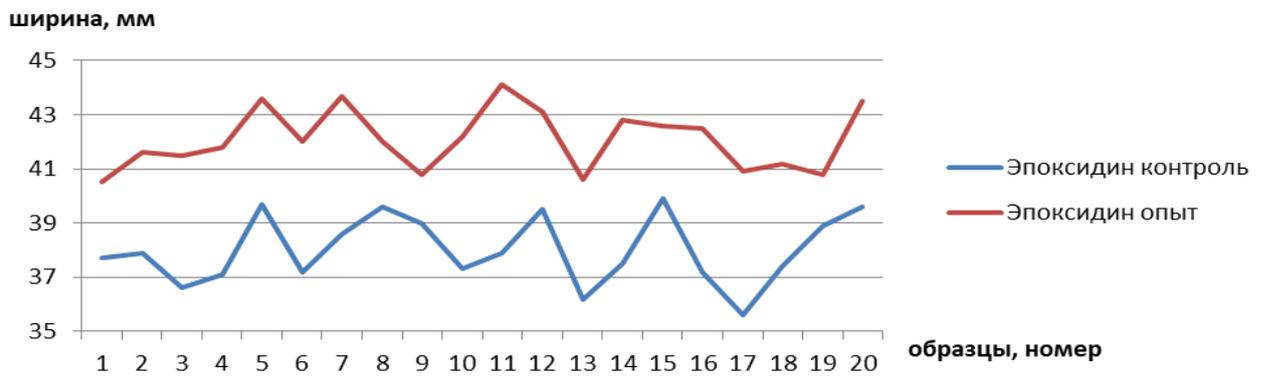


Рисунок 68 – Графическая интерпретация значений теста на текучесть в подгруппе Эпоксидин

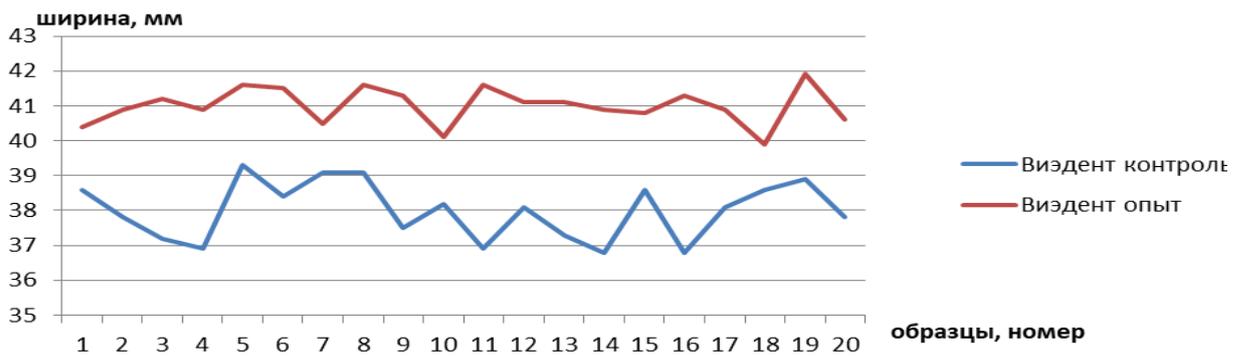


Рисунок 69 – Графическая интерпретация значений теста на текучесть в подгруппе Виэдент

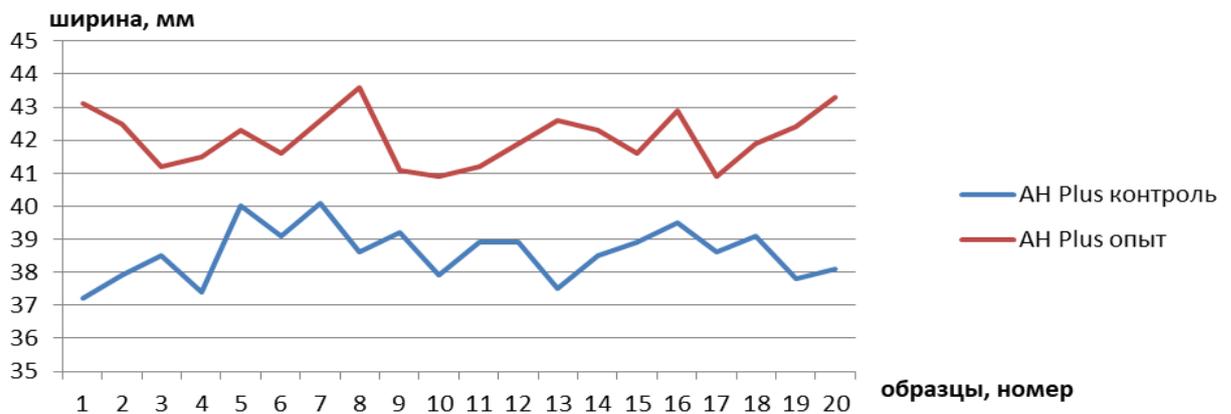


Рисунок 70 – Графическая интерпретация значений теста на текучесть в подгруппе АН Plus

Результаты тестов позволяют заключить, что текучесть эндодонтических силеров повышается. Это отображено на сравнительной диаграмме на Рисунке 71.

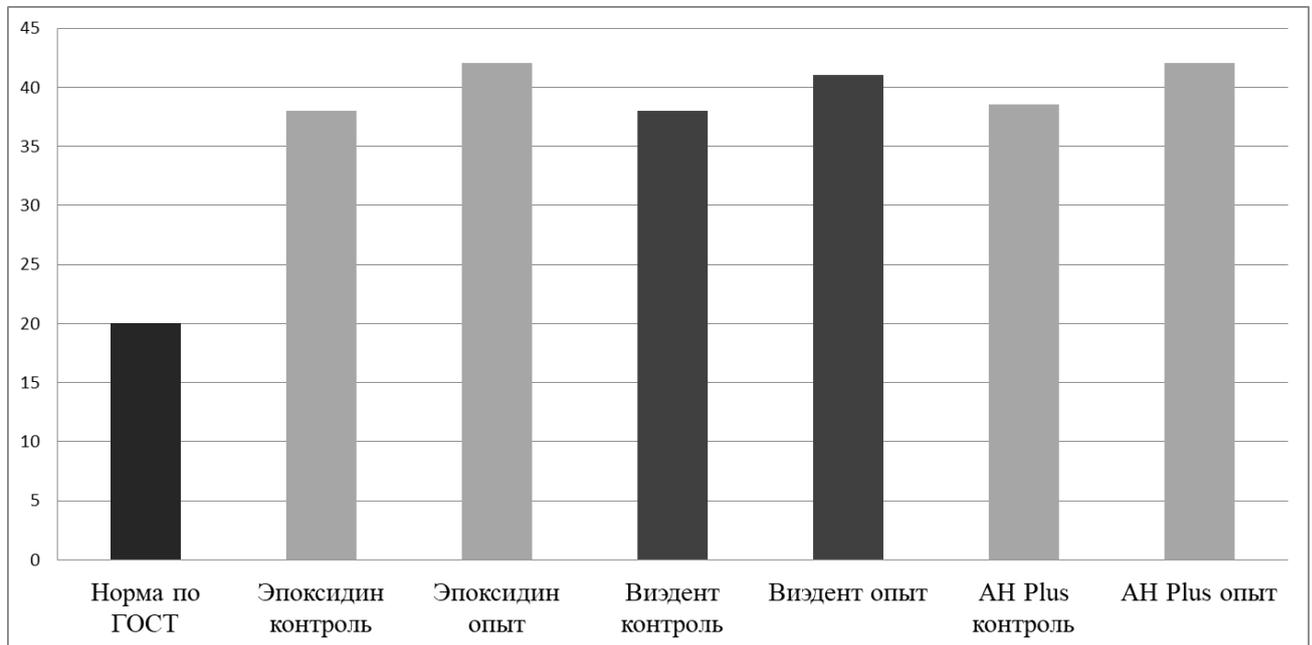


Рисунок 71 – Сравнительная диаграмма средних значений результатов исследования силеров в тесте на текучесть

Результаты определения значений в проверке времени твердения исследуемых образцов показали, что среднее значение времени твердения в опытной группе «Эпоксидин» равняется 1200 ± 60 мин, а в контрольной 1200 ± 60 мин. Среднее значение времени твердения в опытной группе «Виэдент» составляет 1140 ± 60 мин, а в контрольной 1140 ± 60 мин. Среднее значение времени твердения в опытной группе «АН Plus» – 1080 ± 60 мин, а в контрольной 1080 ± 60 мин. Полученные данные в тесте на время твердения образцов силера позволяют сделать вывод, что влияние электромагнитного поля не меняет время твердения исследуемых образцов. Коэффициент достоверности p равен 1, что доказывает отсутствие статистически значимых различий в группах исследования. Графическая интерпретация результатов теста на время твердения в группах силеров представлена на Рисунках 72 – 74.

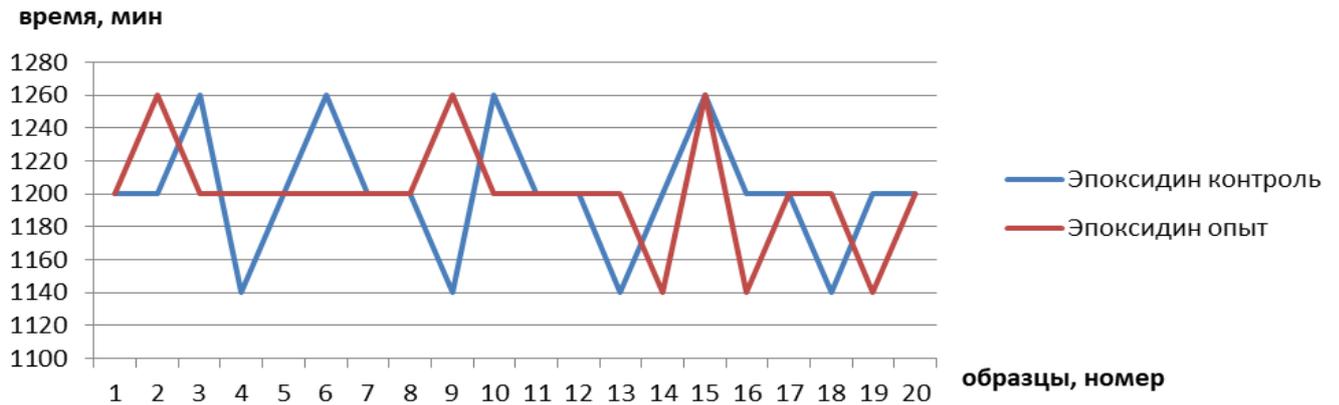


Рисунок 72 – Графическая интерпретация значений теста на время твердения в подгруппе Эпоксидин

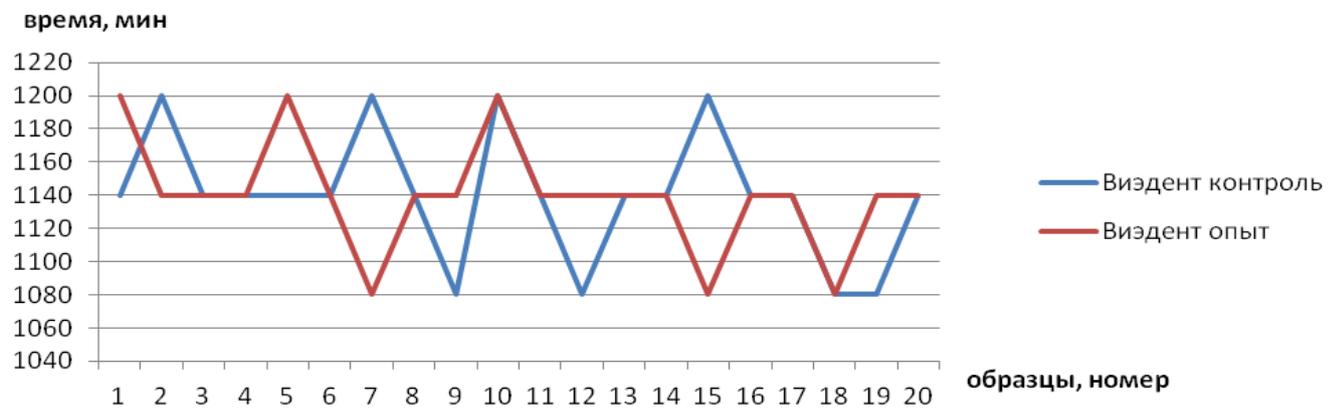


Рисунок 73 – Графическая интерпретация значений теста на время твердения в подгруппе Виэдент

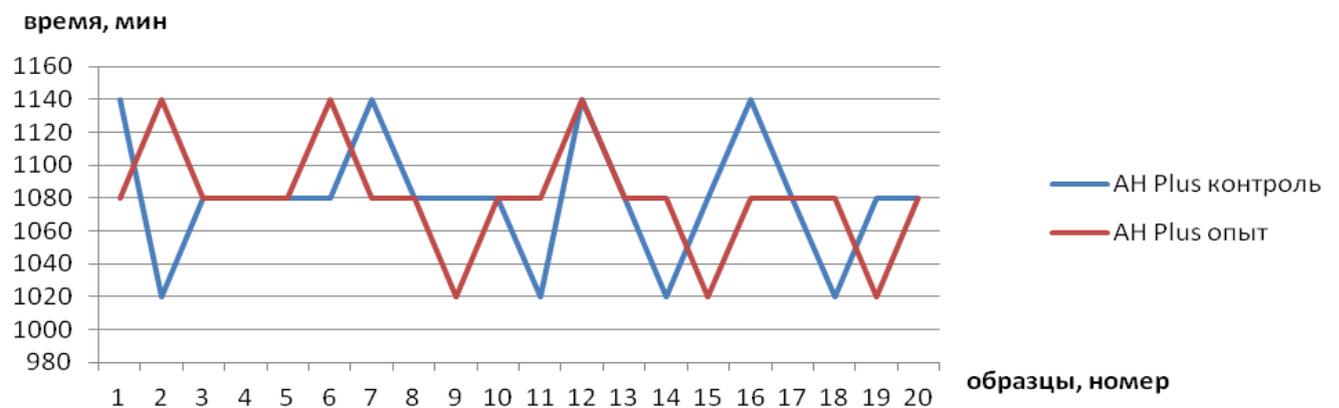


Рисунок 74 – Графическая интерпретация значений теста на время твердения в группах АН Plus

Сводные данные отображены на сравнительной диаграмме на Рисунке 75.

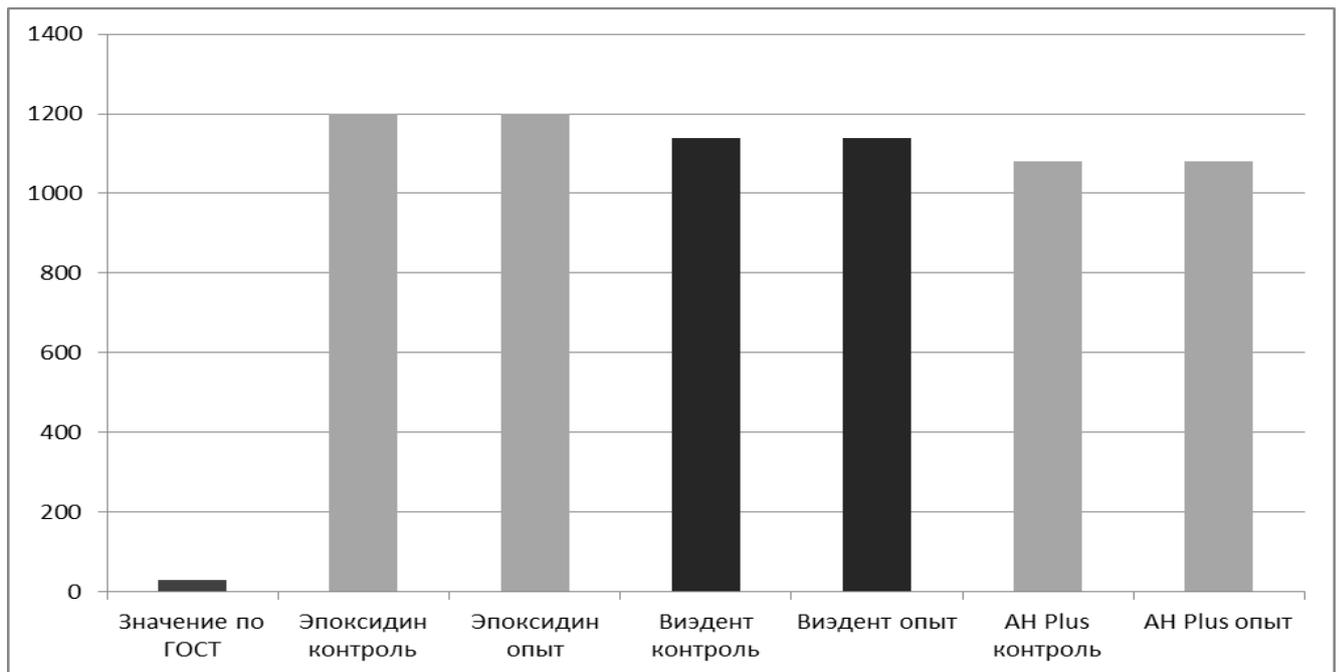


Рисунок 75 – Сравнительная диаграмма средних значений результатов исследования силеров в тесте на время твердения

Результаты определения значений в проверке толщины пленки показали, что среднее значение толщины пленки в опытной группе «Эпоксидин» равняется $43,63 \pm 1,27$ мкм, в контрольной группе – $46,98 \pm 1,92$ мкм. Среднее значение толщины пленки в опытной группе «Виэдент» составляет $42,4 \pm 1,5$ мкм, в контрольной группе – $47,29 \pm 2,72$ мкм. Среднее значение толщины пленки в опытной группе «AN Plus» равняется $43,83 \pm 0,97$ мкм, в контрольной группе значение составляет $46,89 \pm 1,24$ мкм. Полученные данные позволяют сделать вывод, что влияние электромагнитного поля на эндодонтические силеры, основанные на аминоэпоксидных смолах, приводит к уменьшению толщины пленки, $p < 0,05$. Графическая интерпретация результатов теста на толщину пленки в группах силеров представлена на Рисунках 76 – 78.

Толщина, мкм

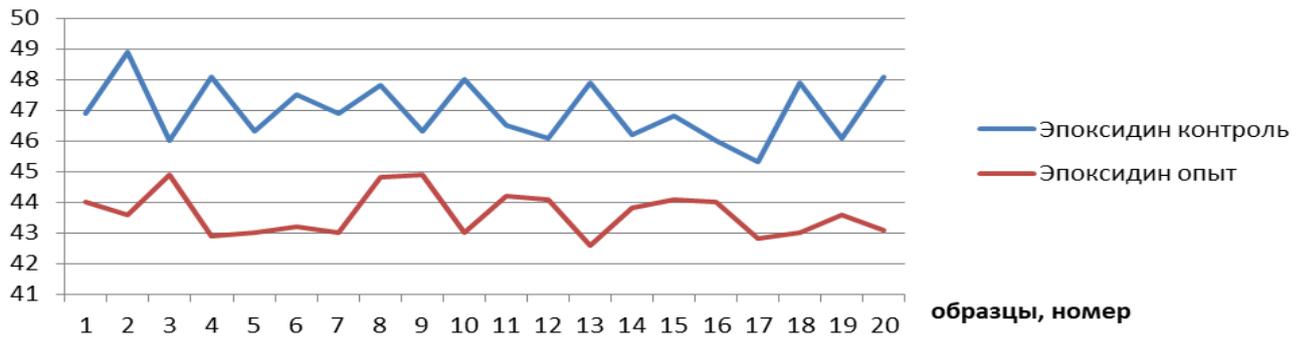


Рисунок 76 – Графическая интерпретация значений теста на толщину пленки в подгруппе Эпоксидин

Толщина, мкм

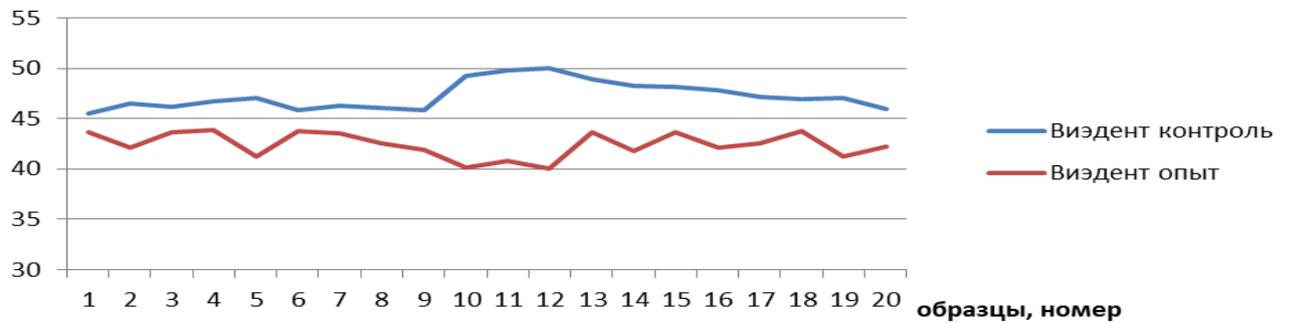


Рисунок 77 – Графическая интерпретация значений теста на толщину пленки в подгруппе Виэдент

Толщина, мкм

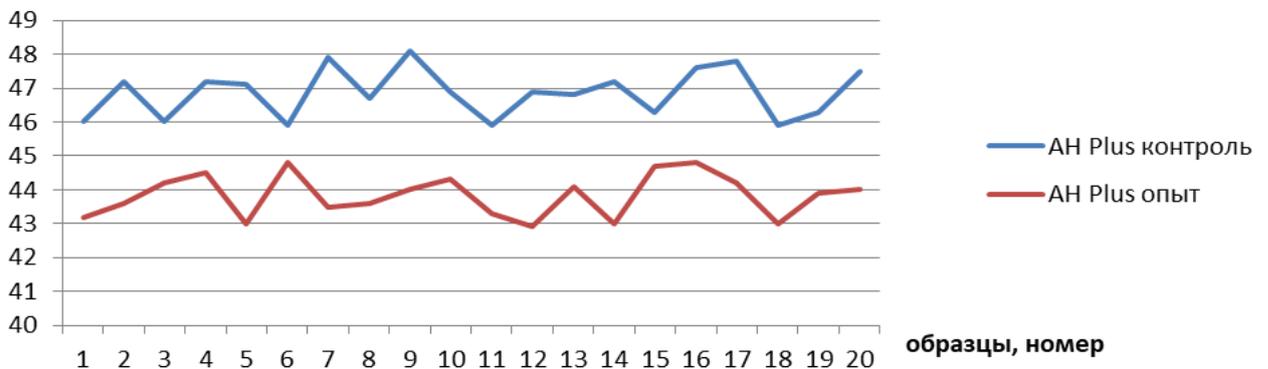


Рисунок 78 – Графическая интерпретация значений теста на толщину пленки в подгруппе АН Plus

Сводные данные отображены на диаграмме на Рисунке 79.

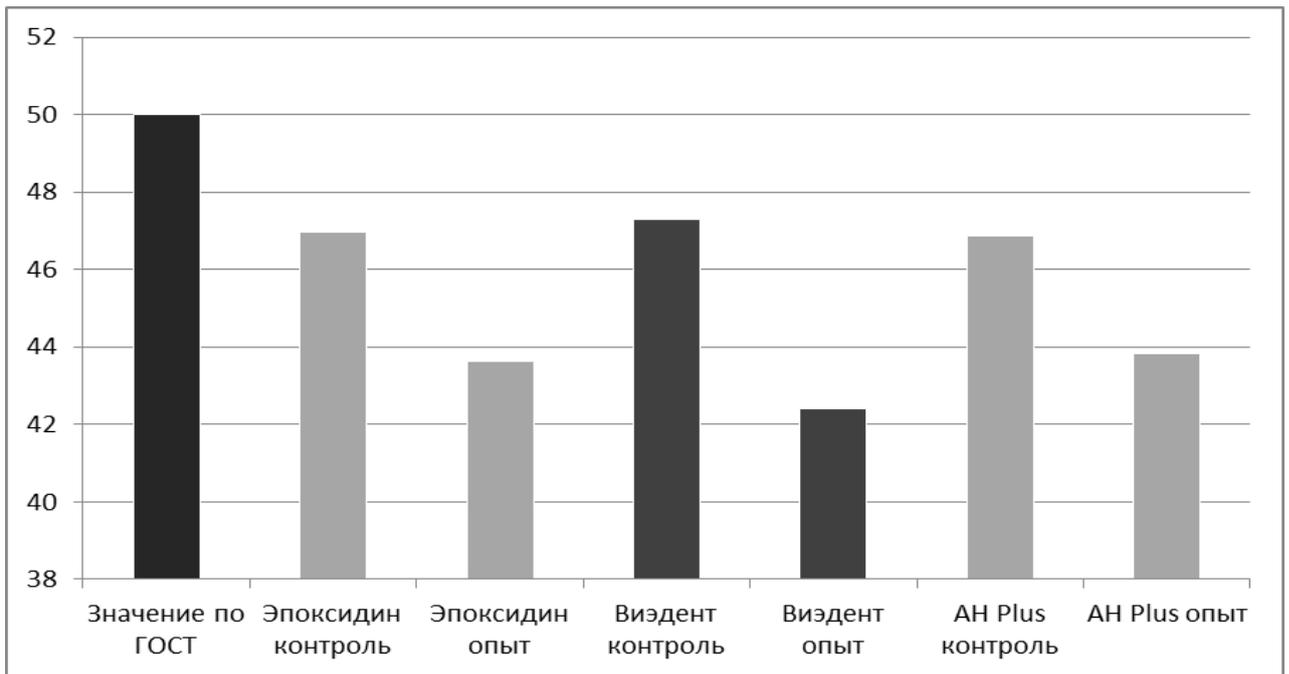


Рисунок 79 – Сравнительная диаграмма средних значений результатов исследования силеров в тесте на толщину пленки

Результаты определения значений в проверке на растворимость показали, что среднее значение растворимости в опытной группе «Эпоксидин» равняется $1,49 \pm 0,41$ %, в контрольной группе – $2,46 \pm 0,34$ %. Среднее значение растворимости в опытной группе «Виэдент» – $1,98 \pm 0,22$ %, в контрольной группе значение равняется $2,59 \pm 0,31$ %. Среднее значение растворимости в опытной группе «АН Plus» составляет $0,95 \pm 0,35$ %, в контрольной – $1,65 \pm 0,26$ %, $p < 0,05$. Полученные данные позволяют сделать вывод, что влияние электромагнитного поля на эндодонтические силеры, основанные на аминоэпоксидных смолах, приводит к уменьшению растворимости.

Графическая интерпретация результатов теста на растворимость в группах силеров представлена на Рисунках 80 – 82.

растворимость, %

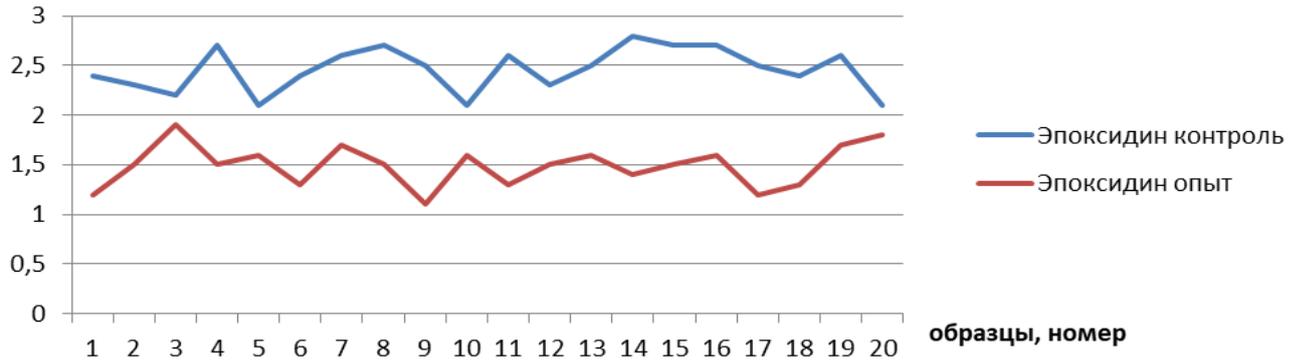


Рисунок 80 – Графическая интерпретация значений теста на растворимость в подгруппе Эпоксидин

растворимость, %

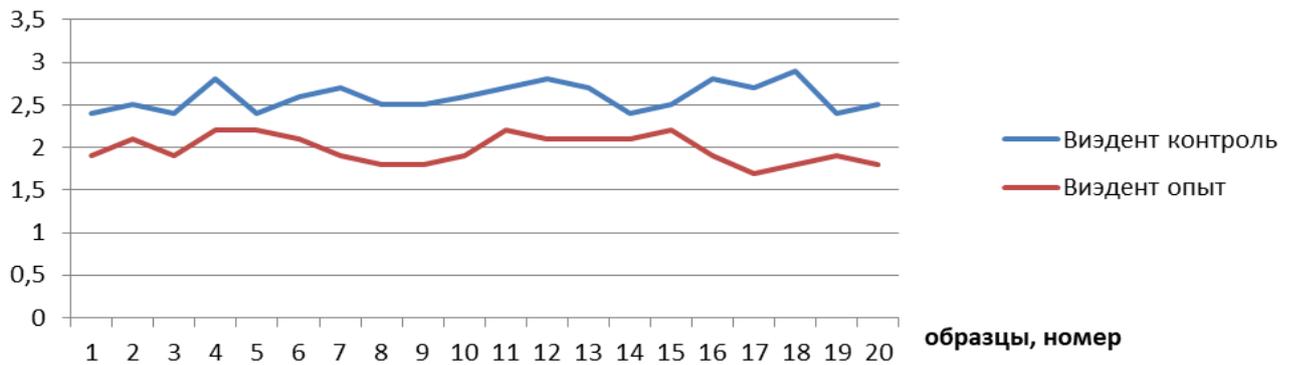


Рисунок 81 – Графическая интерпретация значений теста на растворимость в подгруппе Виэдент

растворимость, %

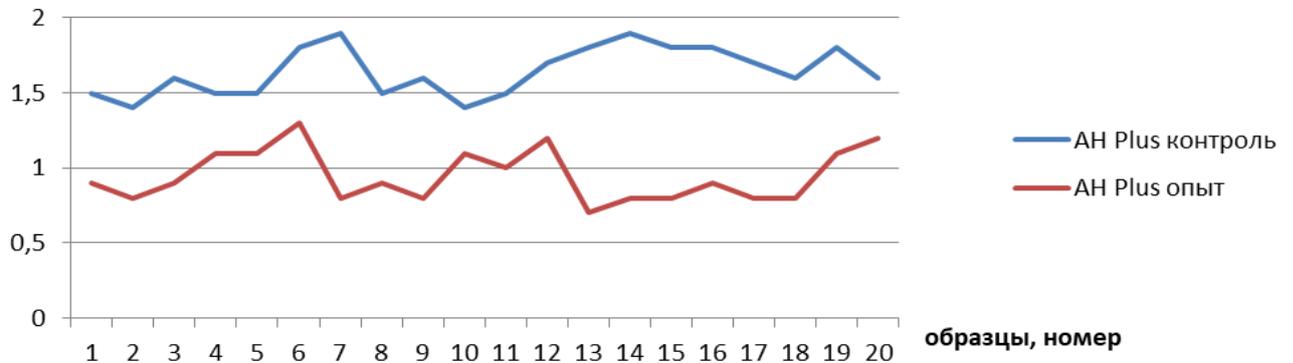


Рисунок 82 – Графическая интерпретация значений теста на растворимость в подгруппе АН Plus

Данные отображены на сравнительной диаграмме на Рисунке 83.

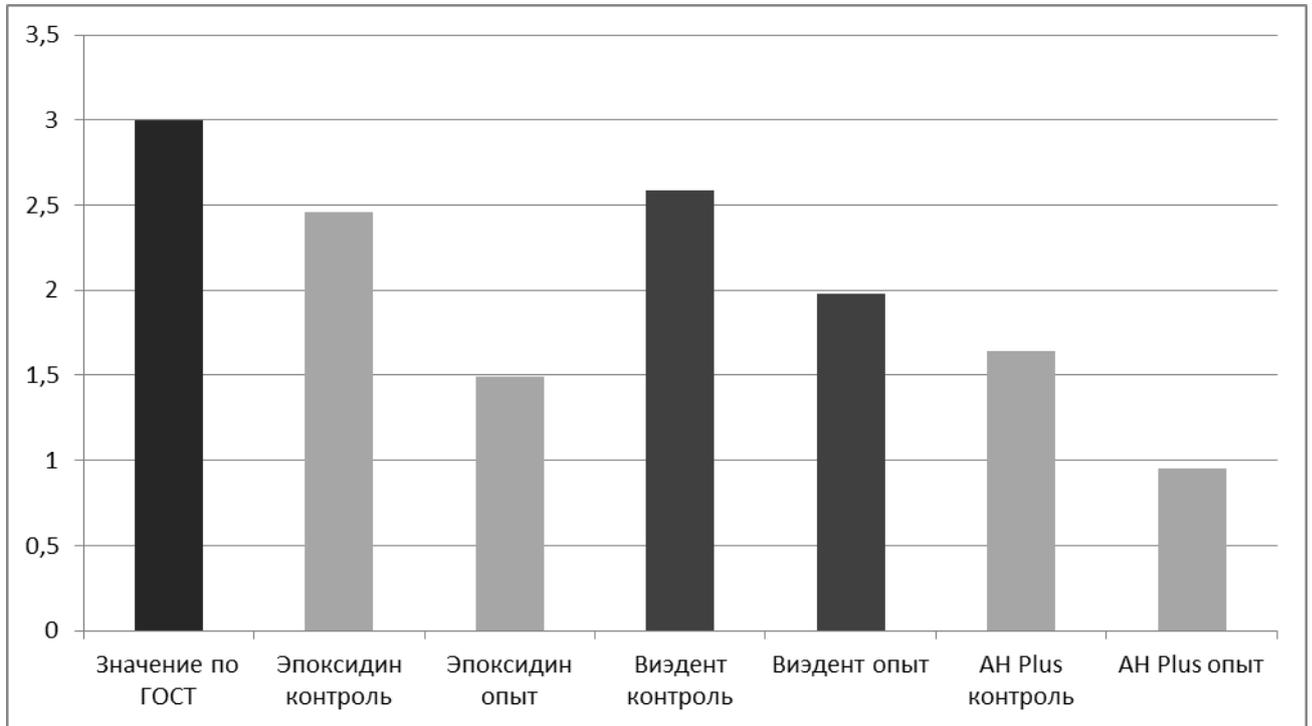


Рисунок 83 – Сравнительная диаграмма средних значений результатов исследования силеров в тесте на растворимость

В результате клинических исследований качества obturation корневых каналов было установлено, что качество obturation после эндодонтического лечения в 100% случаев (102 пациента) было определено на 4 балла. Спустя полгода и один год после лечения результат не изменился, что свидетельствует об отсутствии патологических изменений в периапикальных тканях, $p < 0,05$.

В результате определения субъективных ощущений пациента с помощью шкалы боли мы выяснили, что использование модифицированного силера приводит к более быстрому исчезновению жалоб после лечения в опытной группе по сравнению с контрольной. В опытной группе, в которой использовался модифицированный силер, спустя 7 дней после лечения жалобы на болезненные ощущения при перкуссии, накусывании предъявляли 3,9 %, через 14 и 28 дней – 0%. В контрольной группе, в которой применялся немодифицированный силер, спустя 7 дней жалобы на болезненные ощущения при перкуссии, накусывании

предъявляли 9,8%, спустя 14 дней – 3,9%, а спустя 28 дней – 0%, $p < 0,05$. Данные представлены в Таблицах 16 – 17.

Таблица 16 – Результаты определения субъективных ощущений пациента с помощью шкалы боли. Количество пациентов в числовом соотношении

Группы	Первое посещение	Спустя 7 дней	Спустя 14 дней	Спустя 28 дней
Опытная (после воздействия ЭМП)	51	2	0	0
Контрольная (без воздействия ЭМП)	51	5	2	0

Таблица 17 – Результаты определения субъективных ощущений пациента с помощью шкалы боли. Количество пациентов в процентном соотношении

Группы	Первое посещение	Спустя 7 дней	Спустя 14 дней	Спустя 28 дней
Опытная (после воздействия ЭМП)	100%	3,9%	0%	0%
Контрольная (без воздействия ЭМП)	100%	9,8%	3,9%	0%

Таким образом, влияние электромагнитного поля на силеры, основанные на аминоэпоксидных смолах, позволяет повысить качество лечения, ускорить процесс достижения стойкой реконвалесценции. В результате клинико-лабораторных исследований определения границы прилегания силера к дентину корня зуба при помощи метода растровой электронной микроскопии были получены следующие результаты.

Во-первых, воздействие электромагнитного поля привело к повышению качества прилегания силера к дентину корня зуба. Расстояние между obturационным материалом и дентином корня в образцах опытной группы, в которой использовался модифицированный силер, меньше, чем в контрольной, в которой применялся немодифицированный силер. Во-вторых, отмечаются более упорядоченное расположение отдельных частиц в составе силера, меньший размер и количество пор в опытной группе в сравнении с контрольной.

Выводы

1. Электромагнитное поле, напряженность которого составляет $20 \cdot 10^4 - 24 \cdot 10^4$ А/м, однородность в пределах 0,01 – 0,02% за время экспозиции равное 20 минутам способно привести к ряду физико-химических изменений в эндодонтическом силере на основе аминоэпоксидных смол.

2. Влияние электромагнитного поля приводит к определенным структурным изменениям. Диаметральные размеры и количество всех пор и пустот, наблюдаемых в поле зрения, уменьшились. Частицы силера становятся также более упорядоченными.

3. Модифицированный материал по результатам исследования соответствует стандартам ISO. Влияние электромагнитного поля приводит к изменению свойств силера: увеличилась текучесть на $8,9 \pm 1,8\%$; увеличилась адгезионная прочность на $38,2 \pm 2,3\%$; уменьшилась толщина пленки на $8,4 \pm 1,9\%$; уменьшилась растворимость на $32,9 \pm 9,3\%$. Время твердения аминоэпоксидных силеров не изменилось.

4. Воздействие электромагнитного поля привело к повышению качества краевого прилегания силера к дентину корня зуба. Расстояние между obturационным материалом и дентином корня в образцах опытной группы, в которой использовался модифицированный силер, меньше, чем в контрольной, в которой применялся немодифицированный силер в 100% случаев. Пломбирование однородно, отсутствуют поры и пустоты. В контрольной группе 60% образцов имели неплотное прилегание и щели между пломбировочным материалом и дентином корня.

5. Применение модифицированного силера для obturации корневых каналов приводит к снижению количества жалоб пациентов спустя 7 дней после лечения в 2,5 раза. Контрольное рентгенологическое исследование спустя 1 год подтвердило стойкую реконвалесценцию: уменьшение очага разряжения в костной ткани.

Практические рекомендации

1. С целью увеличения эффективности лечения осложнений кариеса следует использовать модифицированный электромагнитным полем силер.
2. Для получения наилучших результатов модификацию следует производить используя установку для намагничивания со следующими параметрами: напряженность электромагнитного поля $20 \cdot 10^4 - 24 \cdot 10^4$ А/м, время экспозиции 20 минут.
3. Модифицированный эндодонтический силер используется в соответствии с инструкцией производителя, протокол лечения не изменяется, не требуется изменения алгоритма работы врача – стоматолога.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Полученные результаты могут способствовать повышению качества лечения осложнений кариеса в случае применения модифицированного силера. Представляется целесообразным продолжить исследование по следующим направлениям. Во-первых, изучить изменения структуры эндодонтических силеров в иных параметрах электромагнитного поля, таких как вектор магнитной индукции, напряженность, время экспозиции и другие. Во-вторых, изучить результат влияния электромагнитного поля на эндодонтические силеры иной химической природы.

Список литературы

1. Анализ наиболее эффективных препаратов для временного пломбирования корневых каналов при хроническом гранулирующем периодонтите / А. С. Чигиренко, М. Д. Абдулаев, Н. Н. Кочкина [и др.] // Наука и Мир. – 2017. – Т. 2, № 3 (43). – С. 56–58.
2. Андерхальт, Р. Растровая электронная микроскопия для нанотехнологий : монография / Р. Андерхальт ; под редакцией У. Жу, Ж. Л. Уанга ; перевод с английского С. А. Иванова и К. И. Домкина ; под редакцией Т. П. Каминской. – Москва : Бином. Лаборатория знаний, 2013. – 582 с. – ISBN 978-5-9963-2123-0.
3. Базикян, Э. А. Эндодонтия : учебное пособие / Э. А. Базикян, Л. В. Волчкова, Г. И. Лукина. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 160 с. – ISBN 978-5-9704-3557-1.
4. Терапевтическая стоматология. Часть 2: Болезни пародонта : учебное пособие / под редакцией Г. М. Барера. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 224 с. – ISBN 978-5-9704-1391-3.
5. Терапевтическая стоматология. Часть 3 : Заболевания слизистой оболочки полости рта : монография / под редакцией Г. М. Барера. – 2-е изд., доп. и переработ. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 254 с. – ISBN 5-9704-0092-0.
6. Басиева, Э. В. Сравнительный анализ результатов obturации системы корневых каналов методом латеральной конденсации, методом одного штифта и с использованием системы «beefill» / Э. В. Басиева, О. Э. Рамонова // Здоровье и образование в XXI веке. – 2013. – Т. 15, № 1–4. – С. 8–9.
7. Батюков, Н. М. Стандартизация всех этапов эндодонтического лечения – обязательное условие предсказуемо полноценной реабилитации пациента / Н. М. Батюков, Т. В. Филиппова, М. А. Чибисова // Институт стоматологии. – 2016. – № 2 (71). – С. 29–33.

8. Беер, Р. Иллюстрированный справочник по эндодонтологии / Р. Беер, М. А. Бауман, А. М. Киельбаса ; под редакцией Е. А. Волкова. – Москва : Медпресс-информ, 2006. – 239 с. – ISBN 5-98322-240-6.
9. Бекмурадов, Б. А. Оценка результатов эндодонтического лечения зубов с применением различных методов obturации / Б. А. Бекмурадов, Ш. Ф. Джураева // Наука молодых – *Eruditio Juvenium*. – 2014. – № 1. – С. 100–104.
10. Беленова, И. А. Изменение бактериального состава корневого дентина при традиционной медикаментозной обработке и с применением ультразвука / И. А. Беленова, О. А. Красичкова // Вестник новых медицинских технологий. – 2014. – Т. 21, № 2. – С. 48–54.
11. Беленова, И. А. Изменение микроструктуры эндодонтических силеров под действием электромагнитного поля с целью профилактики осложнений кариеса / И. А. Беленова, И. В. Жакот // Современная стоматология. Сборник научных трудов, посвященный 125-летию основателя кафедры ортопедической стоматологии КГМУ профессора Исаака Михайловича Оксмана. – Казань, 2017. – 659 с.
12. Беленова, И. А. Индивидуальная профилактика кариеса у взрослых : специальность 14.01.14 «Стоматология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора медицинских наук / Беленова Ирина Александровна ; Воронежский государственный медицинский университет им. Н. Н. Бурденко. – Воронеж, 2010. – 46 с.
13. Беленова, И. А. Неосложненный кариес – методы лечения и профилактики / И. А. Беленова, Р. А. Шабанов // Стоматология детского возраста и профилактика. – 2010. – Т. IX, № 2 (33). – С. 32–36.
14. Беленова, И. А. Повышение эффективности лечения гиперестезии зубов после профессионального отбеливания / И. А. Беленова, Е. В. Андреева, Н. Т. Кунина // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – Т. 20, № 2. – С. 98–101.
15. Беленова, И. А. Разработка и оценка эффективности методов предупредительного выявления процессов деминерализации эмали при

- диагностике эмали при диагностике вторичного кариеса / И. А. Беленова, Р. А. Шабанов // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2012. – Т. 11, № 3. – С. 612–616.
16. Беленова, И. А. Регистрация изменений бактериальной составляющей дентина корневых каналов при традиционной медикаментозной обработке и с применением ультразвуковых колебаний / И. А. Беленова, О. А. Красичкова, О. А. Кудрявцев // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – Т. 20, № 2. – С. 299–306.
 17. Беленова, И. А. Роль водородного показателя ротовой жидкости и зубного налета в программах профилактики патологии пародонта / И. А. Беленова // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2007. – Т. 6, № 4. – С. 952–954.
 18. Белозеров, А. Е. Использование ультразвука – залог качественного эндодонтического лечения / А. Е. Белозеров // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2015. – Т. 5, № 11. – С. 1331–1332.
 19. Биологическая активность полимерного соединения в отношении клинических штаммов возбудителей оппортунистических микозов / Н. Ф. Шуршалова, А. О. Лепшеева, О. В. Нечаева, Д. А. Заярский // Вестник научных конференций. – 2016. – № 4–2 (8). – С. 120–122.
 20. Бир, Р. Эндодонтология : учебное пособие / Р. Бир, М. А. Бауманн, С. Кимени. – Москва : МЕДпресс-информ, 2004. – 368 с. – ISBN 5-98322-014-4.
 21. Боер, В. М. Дискуссия по вопросу о современных концепциях адгезивного пломбирования / В. М. Боер // Клиническая стоматология. – 2001. – № 4. – С. 12–15.
 22. Боровский, Е. В. Кариесрезистентность / Е. В. Боровский, В. К. Леонтьев // Стоматология. – 2002. – № 5. – С. 26–28.
 23. Боровский, Е. В. Терапевтическая стоматология : учебник для студентов медицинских вузов / Е. В. Боровский, В. К. Леонтьев, В. Д. Вагнер. – Москва : МИА, 2011. – 798 с. – ISBN 5- 89481-194-5.

24. Бритова, А. А. Эндодонтия. болезни пульпы зуба и периапикальных тканей // Международный журнал экспериментального образования. – 2016. – № 10–1. – С. 93–94.
25. Вариант улучшения качества эндодонтического лечения путем модернизации силеров / И. А. Беленова, А. А. Кунин, О. А. Кудрявцев [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. – 2016. – Т. 23, № 3. – С. 76–80.
26. Варианты отсроченных результатов операции резекции верхушки корня (клинические наблюдения) / Р. С. Назарян, Ю. В. Фоменко, Н. А. Щерблыкина [и др.] // Вестник проблем биологии и медицины. – 2014. – Т. 2, № 2 (108). – С. 35–41.
27. Вейсгейм, Л. Д. Изучение факторов, сдерживающих повышение качества эндодонтического лечения / Л. Д. Вейсгейм, Т. Н. Гоменюк // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 2. – С. 45–48.
28. Велитченко, И. А. Влияние тепловых факторов на ткани зуба и периодонта при эндодонтическом лечении (обзор литературы) / И. А. Велитченко, А. В. Винниченко, Ю. А. Винниченко // Клиническая стоматология. – 2010. – № 2 (54). – С. 26–30
29. Веткова, К. В. Изучение эффективности препаратов для удаления эндодонтического смазанного слоя / К. В. Веткова, М. А. Борисенко, А. В. Чекина // Евразийский союз ученых. – 2016. – № 1–4 (22). – С. 33–35.
30. Вибрационное воздействие на силер как инновационный метод пломбирования корневых каналов / Л. Ю. Орехова, Т. Е. Порхун, В. Ю. Крылова [и др.] // Эндодонтия Today. – 2014. – № 4. – С. 7–10.
31. Восемилетний опыт применения корневого бонда для пломбирования корневых каналов зубов / А. А. Кунин, О. А. Кудрявцев, И. А. Беленова, О. И. Олейник // Qstoma. – 2000. – URL: <http://nadent.ru/vsestativ/vosmiletniy-opt-primeneniya-kornevogo-bonda-dlya-plombirovaniya-kornevkh-kanalov-zubov><http://qstoma.ru> (дата обращения: 15.12.2016).

32. Выбор obturационного материала и техники его размещения – основа создания позитивного прогноза при повторном эндодонтическом лечении. Обзор клинических случаев / А. В. Силин, Н. Е. Абрамова, Е. В. Леонова, И. А. Киброцашвили // Эндодонтия Today. – 2012. – № 2. – С. 45–53.
33. Энциклопедический словарь по материаловедению: терминологический словарь / Г. Г. Гнесин ; под редакцией В. В. Скорохода ; Национальная академия наук Украины, Институт проблем материаловедения им. И. Н. Францевича. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Наука, 2013. – 261 с. – ISBN 978-5-02-038204-6.
34. Горев, С. М. Выбор нестереоидных противовоспалительных препаратов после эндодонтического лечения пациентам с различной соматической патологией / С. М. Горев, Е. В. Елохина, К. В. Веткова // Омский научный вестник. – 2014. – № 2 (134). – С. 144–146.
35. ГОСТ 31071–2012 (ISO 6876:1986). Материалы стоматологические для пломбирования корневых каналов зубов. Общие технические требования. Методы испытаний : межгосударственный стандарт : дата введения 2015–01–01 / Федеральное агентство по техническому регулированию. – Издание официальное. – Москва : Стандартинформ, 2012. – 10 с.
36. ГОСТ 31574–2012. Материалы стоматологические полимерные восстановительные. Технические требования. Методы испытаний : межгосударственный стандарт : дата введения 2012–24–05 / Федеральное агентство по техническому регулированию. – Издание официальное. – Москва : Стандартинформ, 2013. – 40 с.
37. Гутман, Д. Решение проблем в эндодонтии / Д. Гутман, Т. Думша, П. Ловдэл ; перевод с английского – 2-е изд. – Москва : Медпрессинформ, 2008. – 591 с. – ISBN: 9785000301074.
38. Даревский, В. И. Комплексное лечение эндопериодонтита / В. И. Даревский, С. А. Фёдорова // Стоматоло (Минск). – 2016. – № 1 (20). – С. 36–39.

39. Дианин, А. П. О превращении фенолов в дифенолы путём окисления / А. П. Дианин // Журнал Русского физико-химического общества. – 1882. – Т. 14, выпуск 3.
40. Дмитриева, Л. А. Терапевтическая стоматология : национальное руководство / Л. А. Дмитриева, Ю. М. Максимовский. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 911 с. – ISBN: 5970410306, 9785970410301.
41. Значение микроструктуры и химического состава эмали зубов для качественного пломбирования / А. А. Кунин, Ю. А. Ипполитов, В. К. Леонтьев [и др.] // Актуальные вопросы стоматологии: материалы XVI областной и городской научно-практической конференции. – Воронеж, 1999. – Ч. 1. – С. 40–42.
42. Зорян, А. В. Обзор методик повышения эффективности ирригации системы корневых каналов / А. В. Зорян // Клиническая стоматология. – 2016. – № 2 (78). – С. 20–25.
43. Изменение свойств аминоэпоксидных силеров электромагнитным полем / И. А. Беленова, И. В. Жакот, О. А. Азарова, Р. А. Шабанов // Стоматология славянских государств: сборник трудов XII Международной научно-практической конференции. – Белгород : БелГУ, 2019. – С. 52 – 54.
44. Ионные и полимерные двойные комплексные соединения с тиоцианатными анионами хрома (III) / Т. Г. Черкасова, Э. С. Татарина, Е. В. Черкасова [и др.] // Ползуновский вестник. – 2014. – № 3. – С. 98–101.
45. Иоффе, Б. А. Ориентирование деталей электромагнитным полем : монография / Б. А. Иоффе, Р. К. Калнинь. – Рига : Зинатне, 1972. – 300 с.
46. Казеко, Л. А. Гидроксид кальция: вчера, сегодня, завтра / Л. А. Казеко, И. Н. Федорова // Медицинский алфавит. – 2016. – Т. 2, № 9 (272). – С. 43–48.
47. Каменских, М. В. Сравнительная характеристика эндодонтических силеров / М. В. Каменских // Aldera. – 2017. – URL: <https://www.aldera.ru/articles/sravnitelnaya-harakteristika-endodonticheskikh-silerov/> (дата обращения: 12.12.2017)

48. Кифнер, П. Современные решения для эффективного и предсказуемого эндодонтического лечения / П. Кифнер // Медицинский алфавит. – 2014. – Т. 2, № 7. – С. 6–10.
49. Клинико-рентгенологическая оценка эффективности применения дентинных бондинговых систем при лечении осложненных форм кариеса зубов / Г. Г. Ашуров, С. М. Каримов, У.Т. Таиров, Н. Г. Тураев // Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. – 2015. – № 1–5–2 (188). – С. 64–67.
50. Клиническая оценка эффективности применения фотодинамотерапии в предупреждении вторичного кариеса / А. А. Кунин, И. А. Беленова, Р. В. Комолов, О. А. Кудрявцев // Вестник новых медицинских технологий. – 2013. – Т. XX, № 2. – С. 87–92.
51. Комплексная оценка токсичности полимерного соединения, обладающего антимикробной активностью / О. В. Нечаева, Н. В. Веденева, М. М. Вакараева [и др.] // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Химия. Биология. Экология. – 2016. – Т. 16, № 2. – С. 160–164.
52. Корнетова, И. В. Пломбирование корневых каналов методом вертикальной конденсации разогретой гуттаперчи / И. В. Корнетова // Форум практикующих стоматологов. – 2012. – № 3 (3). – С. 46–53.
53. Костецкий, Ю. А. Экспериментальное обоснование методики пломбирования корневых каналов зубов с помощью ультразвука : специальность 14.01.14 «Стоматология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Костецкий Юрий Аурелович ; Белорусский государственный медицинский университет. – Минск, 2012. – 20 с.
54. Коэн, С. Эндодонтия : монография / С. Коэн, Р. Берне ; под редакцией А. М. Соловьевой. – 8-е издание, переработанное и дополненное. – Москва : STBOOK, 2007. – 324 с. – ISBN: 978-5-902481-06-5

55. Кровякова, Э. И. Клиническая оценка применения отечественного композитного материала при эндодонтическом лечении пульпита / Э. И. Кровякова // *Dental Forum*. – 2016. – № 4 (63). – С. 41.
56. Кунин, А. А. Применение фотодинамотерапии для отверждения композиционных материалов / А. А. Кунин, И. А. Беленова, Е. Ю. Ребриев // *Вестник новых медицинских технологий*. – 2013. – Т. XX, № 2. – С. 202–204.
57. Лабораторное исследование качества заполнения корневых каналов зубов при применении различных методик obturation / Е. А. Николаева, Н. В. Гинали, А. И. Николаев [и др.] // *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. – 2016. – Т. 15, № 3. – С. 86–92.
58. Лабораторное исследование температурных процессов при obturation корневых каналов зубов методом вертикальной компакции гуттаперчи / Е. А. Николаева, Н. В. Гинали, А. И. Николаев [и др.] // *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. – 2016. – Т. 15, № 3. – С. 78–85.
59. Ладыгина, Л. Современные методики obturation корневых каналов. Часть I / Л. Ладыгина // *Эндодонтия Today*. – 2014. – № 3. – С. 72–79.
60. Ладыгина, Л. Современные методики obturation корневых каналов. Часть II / Л. Ладыгина // *Эндодонтия Today*. – 2014. – № 4. – С. 48–52.
61. Ли, Н. И. Совершенствование физико-механических свойств полимерных слоёв использованием винилсульфонильными соединениями / Н. И. Ли, Ю. Д. Сидоров // *Вестник Казанского технологического университета*. – 2016. – Т. 19, № 6. – С. 21–26.
62. Лисицын, Ю. П. История медицины : учебник / Ю. П. Лисицын. – 2-е издание, переработанное и дополненное – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 400 с. – ISBN: 978-5-9704-3139-9.
63. Луницына, Ю. В. Сравнительная оценка эффективности различных методик пломбирования корневых каналов зубов / Ю. В. Луницына, И. Е. Зубова // *Проблемы стоматологии*. – 2015. – № 2 (11). – С. 9.

64. Македонова, Ю. А. Герметизирующая способность нового obturационного материала для корневых каналов «real seal» с технологией «resilon» / Ю. А. Македонова, И. В. Фирсова // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2012. – Т. 8, № 1. – С. 111–113.
65. Македонова, Ю. А. Сравнительная характеристика эффективности материалов при пломбировании каналов корней зубов с интактным периодонтом : 14.01.14 «Стоматология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Македонова Юлия Алексеевна ; Волгоградский государственный медицинский университет. – Волгоград , 2012. – 23 с.
66. Максимовская, Л. Н. Лабораторная оценка эффективности пломбирования корневых каналов с использованием композитных материалов / Л. Н. Максимовская, М. А. Куприна, Э. И. Кровякова // Dental Forum. – 2016. – № 4 (63). – С. 54.
67. Максимовский, Ю. М. Терапевтическая стоматология : руководство к практическим занятиям : учебное пособие / Ю. М. Максимовский, А. В. Митронин. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2011. – 423 с. – ISBN: 978–5–9704–1892–5.
68. Манак, Т. Н. Динамическая оценка эффективности различных протоколов эндодонтического лечения при помощи периапикального индекса / Т. Н. Манак // Современная стоматология. – 2016. – № 4 (65). – С. 35–39.
69. Маркевич, М. А. Исследование реакций образования разветвленных диановых эпоксидных олигомеров на глубоких стадиях синтеза / М. А. Маркевич, А. А. Берлин, В. Г. Ошимян // Высокомолекулярные соединения. – 1982. – Т. А 24, № 8. – С. 1735–1742.
70. Марымова, Е. Б. Технологические условия и проблема выбора пломбировочного материала для эндодонтического лечения зубов с интактным периодонтом / Е. Б. Марымова, Е. И. Адамович, Ю. А. Македонова // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 2. – С. 40.

71. Мацепуро, К. А. Клинический случай лечения хронического апикального периодонтита (апикальной гранулемы) / К. А. Мацепуро, А. В. Митронин // Эндодонтия Today. – 2014. – № 1 (29). – С. 60–62.
72. Методология выбора безопасных и эффективных лечебно-профилактических средств при кариесе в воспалительных заболеваниях пародонта / О. И. Олейник, К. Э. Арутюнян, И. А. Беленова [и др.] // Вестник новых медицинских технологий. – 2011. – Т. XVIII, № 2. – С. 210–215.
73. Митронин, А. В. Endpoint в России / А. В. Митронин, А. В. Болдов, И. В. Бродецкий // Cathedra – кафедра. – Стоматологическое образование. – 2016. – № 56. – С. 70–73.
74. Митронин, А. В. История эндодонтии: от науки к практике / А. В. Митронин, И. Г. Островская, Т. П. Вавилова // Эндодонтия Today. – 2016. – № 1. – С. 69–72.
75. Митронин, А. В. Современная методика ирригации системы корневых каналов / А. В. Митронин, А. Ш. Платонова, Т. С. Заушникова // Cathedra–Кафедра. Стоматологическое образование. – 2015. – № 54. – С. 51–55.
76. Митронин, А. В. Спредеры. Критерии профессионального выбора / А. В. Митронин, Т. С. Беляева, Д. А. Останина // Эндодонтия Today. – 2016. – № 2. – С. 36–39.
77. Митронин, А. В. Сравнительная оценка адгезии корневых силеров к поверхности дентина корневых каналов после временного пломбирования препаратами гидроксида кальция / А. В. Митронин, Ф. С. Русанов, М. М. Герасимова // Эндодонтия Today. – 2012. – № 3. – С. 49–51.
78. Михайлова, А. С. Лечение деструктивных форм хронического периодонтита с применением препарата «Metarex» / А. С. Михайлова // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2015. – Т. 5, № 10. – С. 1206.
79. Модификация поверхности структурированных полимеров : монография / О. О. Тужиков, Т. В. Хохлова, В. Ф. Желтобрюхов, О. И. Тужиков ; Министереотипноество образования и науки Российской Федерации,

- Волгоградский государственный технический университет. – Волгоград : ВолгГТУ, 2015. – 221 с. – ISBN: 978–5–9948–1804–6.
80. Модификация эндодонтических силеров на основе эпоксидных смол электромагнитным полем (результаты экспериментальных исследований) / И. А. Беленова, А. В. Митронин, А. А. Кунин [и др.] // Эндодонтия Today. – 2017. – № 2. – С. 7–11.
81. Молчанов, Ю. М. Влияние неоднородного магнитного поля на структуру эпоксидного компаунда / Ю. М. Молчанов, О. П. Мартыненко, Ю. П. Родин // Механика полимеров. – 1978. – № 3. – С. 537–539.
82. Молчанов, Ю. М. Некоторые особенности структурных изменений эпоксидной смолы под воздействием магнитных полей / Ю. М. Молчанов, Ю. П. Родин, Э. Р. Кисис // Механика полимеров. – 1978. – № 4. – С. 583–587.
83. Молчанов, Ю. М. Структурные изменения полимерных материалов в магнитном поле / Ю. М. Молчанов, Э. Р. Кисис, Ю. П. Родин // Механика полимеров. – 1973. – № 4. – С. 737–738.
84. Нагаева, М. О. Экспериментальное обоснование выбора пломбировочного материала при лечении кариеса корня / М. О. Нагаева, А. И. Скворцова, С. С. Безкровная // Проблемы стоматологии. – 2015. – № 5–6. – С. 8–13.
85. Назарян, Р. С. Изучение температурных изменений поверхности корня зуба при obturation корневых каналов разогретой гуттаперчей / Р. С. Назарян, Ю. В. Фоменко, О. Н. Василенко // Вестник проблем биологии и медицины. – 2014. – Т. 3, № 2. – С. 347–351.
86. Назарян, Р. С. Сравнительное исследование прочности корней зубов после пломбирования каналов методом термопластифицированной и холодной гуттаперчи / Р. С. Назарян, Ю. В. Фоменко, О. Н. Василенко // Наука и здравоохранение. – 2014. – № 4. – С. 39–41.
87. Нанотехнологические морфохимические аспекты эмали зуба / А. А. Кунин, И. А. Беленова, О. И. Олейник [и др.] // Stomatologija, Baltic Dental and Maxillofacial Journal. – 2012. – № 14. – С. 12–15.

88. Насруллаев, Р. К. Метод горячей вертикальной конденсации гуттаперчи, как один из критериев успеха эндодонтического лечения / Р. К. Насруллаев // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2015. – Т. 5, № 10. – С. 1193.
89. Наумова, А. В. Клинико-лабораторный контроль качества obturation корневых каналов с использованием термопластичной гуттаперчи при лечении осложненного кариеса : 14.01.14 «Стоматология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Наумова Александра Владимировна. – Воронежская государственная медицинская академия имени Н.Н. Бурденко. – Воронеж, 2012. – 20 с.
90. Нечай, Е. Ю. Пути повышения качества эндодонтического лечения / Е. Ю. Нечай, Л. И. Шаламай // Актуальные проблемы и перспективы развития стоматологии в условиях севера. Сборник статей межрегиональной научно-практической конференции, посвященной 95-летию стоматологической службы Республики Саха (Якутия). Северо-Восточный федеральный университет имени М. К. Аммосова ; под редакцией И. Д. Ушницкого. – 2015. – С. 143–147.
91. Николаев, А. И. Практическая терапевтическая стоматология : учебное пособие / А. И. Николаев, Л. М. Цепов. – 9-е издание, переработанное и дополненное – Москва : МЕДпресс-информ, 2010. – 924 с. – ISBN: 5–98322–642–8.
92. Николаян, Э. А. Эндодонтическое лечение зубов с использованием наноимпрегнации и полипропиленовых штифтов : специальность 14.01.14 : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Николаян Эдуард Альбертович ; Тверской государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации. – Тверь, 2016. – 141 с.
93. Новые варианты совершенствования пломбирования зубов / И. А. Беленова, А. В. Митронин, О. А. Кудрявцев [и др.] // Cathedra – кафедра. Стоматологическое образование. – 2016. – № 55. – С. 58–61.

94. Оптимизация методов эндодонтического лечения. Выбор ирригационных растворов / Л. А. Дмитриева, А. В. Митронин, Н. И. Помещикова, Н. А. Собкина // Эндодонтия Today. – 2014. – № 2. – С. 22–24.
95. Оценка антимикробной активности биосовместимого полимерного соединения в отношении возбудителей оппортунистических микозов / О. В. Нечаева, О. Г. Шаповал, М. М. Вакараева [и др.] // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия : Химия. Биология. Экология. – 2014. – Т. 14. – № 4. – С. 80–83.
96. Оценка возможности инфицирования бумажных штифтов при использовании их в корневых каналах при временном пломбировании / Е. М. Конева, Т. В. Красильникова, Д. В. Сорокоумова, Н. В. Литусов // Материалы IV Всероссийского рабочего совещания по проблемам фундаментальной стоматологии. – 2016. – С. 72–74.
97. Оценка obturation корневых каналов методом латеральной конденсации гуттаперчи с ультразвуковой активацией / А. В. Субботина, Н. Р. Дмитракова, Л. Р. Муртазина, Э. И. Файзуллина // Здоровье, демография, экология финно-угорских народов. – 2016. – № 3. – С. 94–96.
98. Оценка эффективности эндодонтической дезинфекции с использованием сканирующей электронной микроскопии биопленки корневых каналов / В. Н. Царев, М. С. Подпорин, Е. В. Ипполитов, В. О. Самусенков // Клиническая стоматология. – 2016. – № 4 (80). – С. 8–14.
99. Патент № 2328788 Российская федерация, МПК H01F13/00. Устройство для намагничивания : № 2007115746/09 : заявл. 25.04.2007 : опубл. 10.07.2008 / Попов В. М., Иванов А. В., Мурзин В. С., Новиков А. П., Шестакова В. В., Латынин А. В. ; заявитель и патентообладатель ВГЛТА. – 4 с.
100. Патрушев, А.С. Возможность использования цинк-эвгеноловых паст в качестве силера в сочетании с гуттаперчей: исследование *in vitro* / А. С. Патрушев, О. Ю. Марченко, Н. С. Савицкая // Актуальные проблемы экспериментальной и клинической медицины: материалы 73-й открытой научно-практической конференции молодых ученых и студентов ВолгГМУ

- с международным участием, посвященной 80-летию ВолгГМУ. – 2015. – С. 200-201.
101. Патрушева, М. С. Взаимодействие цинк-эвгеноловых силеров и гуттаперчи на границе материалов: исследование *in vitro* / М. С. Патрушева, А. С. Патрушев // Научный альманах. – 2016. – № 8–1 (22). – С. 299–302.
 102. Перейра, Л. А. П. Возможности современного пломбировочного эндодонтического материала МТА-Fillapex / Л. А. П. Перейра // Cathedra – кафедра. Стоматологическое образование. – 2016. – № 55. – С. 12–14.
 103. Повторное эндодонтическое лечение: в каких случаях нужно настоять на его проведении / А. В. Севбитов, А. С. Браго, Ю. Л. Васильев [и др.] // Эндодонтия Today. – 2016. – № 2. – С. 30–32.
 104. Подпорин, М. С. Сравнительный анализ эффективности эндодонтической дезинфекции зуба с применением сканирующей электронной микроскопии микробной биопленки корневых каналов / М. С. Подпорин, Е. В. Ипполитов, В. Н. Царев // Медицинский алфавит. – 2016. – Т. 4, № 29 (292). – С. 30–36.
 105. Практические аспекты применения термопластифицированной гуттаперчи в ежедневной эндодонтической практике / О. Н. Иванченко, Е. В. Иванова, С. В. Зубов, Е. В. Пашков // Эндодонтия Today. – 2014. – № 3. – С. 43–47.
 106. Применение противомикробных средств для обработки и пломбирования корневых каналов зубов при периодонтите / О. Н. Игнатиади, А. В. Арутюнов, А. Г. Сирак, М. К. Демурова // Кубанский научный медицинский вестник. – 2014. – № 6 (148). – С. 33–35.
 107. Проскуракова, Е. А. Сравнительный анализ методов obturation корневых каналов / Е. А. Проскуракова, Г. К. Бурда, Ю. А. Шухорова // Управление качеством медицинской помощи. – 2014. – № 2. – С. 76–83.
 108. Профилактика осложнений эндодонтического лечения зубов, связанных с пломбированием корневых каналов / И. А. Беленова, А. А. Кунин, Р. В. Лесников [и др.] // Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья. – 2017. – № 69. – С. 23–30.

109. Рабинович, И. М. Лечение хронического апикального периодонтита на основе современной эндодонтической концепции (клинический случай) / И. М. Рабинович, И. В. Корнетова // Эндодонтия Today. – 2015. – № 2. – С. 55–60.
110. Рабинович, И. М. Опыт применения высоких технологий в эндодонтии / И. М. Рабинович, И. В. Корнетова // Эндодонтия Today. – 2013. – № 2. – С. 12–16.
111. Радиационно-защитные композиты на эпоксидном вяжущем: модификация, моделирование, оптимизация структуры и свойств : монография / А. М. Данилов, А. Н. Круглова, В. П. Селявин, В. В. Цыганов. – Министрестипноество образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Мордовский государственное университет им. Н. П. Огарёва». – Саранск : Издательство Мордовского университета, 2013. – 211 с. – ISBN: 978–5–7103–2726–5.
112. Реакция периодонтальных тканей при контакте с материалами для пломбирования корневых каналов зубов / А. В. Арутюнов, С. В. Сирак, И. М. Быков, В. И. Старченко // Стоматолог. – Минск. – 2014. – № 4 (15). – С. 40–42.
113. Рекомендация средств гигиены с десенситивным эффектом с учетом индивидуальных особенностей стоматологического статуса пациента лечения / И. А. Беленова, О. А. Красичкова, О. А. Кудрявцев [и др.] // Cathedra – кафедра. Стоматологическое образование. – 2016. – № 55. – С. 46–49.
114. Роль герметизирующей способности силеров в успехе эндодонтического лечения / И. В. Фирсова, Ю. А. Македонова, Н. Н. Тригонос, Е. Б. Марымова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 1. – С. 125.
115. Роль морфо-химических исследований твердых тканей зубов в формировании теоретических предпосылок профилактики кариеса / А. А.

- Кунин, И. А. Беленова, Ю. А. Ипполитов, О. И. Олейник // Журнал теоретической и практической медицины. – 2008. – Т. 6, № 1. – 72 с.
116. Романова, Р. О. Джоульметрия как метод определения рабочей длины корневого канала / Р. О. Романова, С. И. Геращенко // Студенческая наука XXI века. – 2016. – № 2–1 (9). – С. 66–67.
117. Северина, Т. В. Анализ степени адгезии силлера к корневному каналу и гуттаперчивым штифтам / Т. В. Северина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 3–4. – С. 667–670.
118. Северина, Т. В. Исследование качества присоединения силеров к стенке корневого канала и гуттаперчевым штифтам / Т. В. Северина // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 2. – С. 154–158.
119. Сирак, С. В. Профилактика осложнений, возникающий во время и после эндодонтического лечения зубов (по результатам анкетирования врачей–стоматологов) / С. В. Сирак, И. А. Копылова // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 8. – С. 104–107.
120. Смирнова А. В. Обтурация корневых каналов / А. В. Смирнова, А. С. Конюхова // News of Science and Education. – 2016. – Т. 9. – С. 23–29.
121. Современные возможности профилактики стоматологических заболеваний / И. А. Беленова, О. Б. Селина, Е. Б. Волков, О. А. Кудрявцев // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2008. – Т.7, № 1. – С.188–191.
122. Сорокина Т. С. История медицины : учебник для студентов высших медицинских учебных заведений / Т. С. Сорокина. – 8-е изд., стереотип. – Москва : Академия, 2008. – 560 с. – ISBN 978–5–7695–5781–1.
123. Спектрофотометрический метод оценки характера разрушения адгезионного соединения полимерных связующих / Н. Н. Фурман, В. В. Вакор, А. Е. Третьякова, В. В. Сафонов // Лакокрасочные материалы и их применение. – 2014. – № 4. – С. 50–52.

124. Сравнение качества различных методов ирригации корневых каналов в процессе эндодонтического лечения / И. А. Беленова, Д. Ю. Харитонов, А. В. Сущенко [и др.] // Эндодонтия Today. – 2016. – № 2. – С. 3–7.
125. Сравнительная характеристика препаратов для временного пломбирования корневых каналов при лечении апикального периодонтита / С. В. Сирак, А. А. Адамчик, Т. Л. Кобылкина [и др.] // Эндодонтия Today. – 2016. – № 4. – С. 25–28.
126. Стадник, А. Д. Воздействие постоянного магнитного поля на некоторые свойства полимеров / А. Д. Стадник, Ф. Д. Мирошниченко // Механика полимеров. – 1978. – № 2. – С. 344–346.
127. Стоматология: эндодонтия : методическое указание / В. Л. Кукушкин, Е. А. Кукушкина, Н. В. Селезнева [и др.]. – Чита : РИЦ ЧГМА, 2014. – 101 с.
128. Сулейманов, Д. Ф. Разработка технологии и конструкций аппаратов для модификации полимеров в электромагнитном поле сверхвысокочастотного диапазона : специальность 05.17.08 : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Сулейманов Дамир Фанилевич ; Уфимский государственный нефтяной технический университет. – Уфа, 2013. – 112 с.
129. Тверскова, В. Ю. Микроструктура корня зуба, пломбированного различными материалами на основе эпоксидных смол / В. Ю. Тверскова, Е. Е. Садкова // Бюллетень медицинских интернет-конференций. – 2016. – Т. 6, № 6. – С. 1084.
130. Терапевтическая стоматология: информационный справочник (расписание, критерии оценки) : учебно-методическое пособие для студентов медицинских вузов по специальности 31.05.03 «Стоматология» / Д. В. Чавушьян, К. Г. Кариков, С. В. Новиков [и др.] ; учебно-методическое пособие – Ставрополь : Ставропольский государственный медицинский университет, 2016. – 151 с. – ISBN: 978–5–89822–456–1.

131. Токмакова, С. И. Диагностика клинического проявления аллергической реакции на гуттаперчу методом Р. Фолля / С. И. Токмакова, Т. Н. Улько, Ю. В. Луницына // Проблемы стоматологии. – 2012. – № 1. – С. 27.
132. Тринеева, В. В. Технология получения металл/углеродных нанокompозитов и применение их для модификации полимерных материалов : специальность 05.17.06 «Технология и переработка полимеров и композитов» : автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Тринеева Вера Владимировна ; Казанский национальный исследовательский технологический университет. – Ижевск, 2015. – 41 с.
133. Трушкина, С. В. Использование компьютерной томографии и операционного микроскопа при планировании и проведении эндодонтического лечения. Разбор клинических случаев / С. В. Трушкина, Н. А. Бакуменко, А. С. Тулупова // Эндодонтия Today. – 2015. – № 3. – С. 65–68.
134. Фазлиахметова, Г. Р. О качестве стоматологической медицинской помощи в системе обязательного медицинского страхования / Г. Р. Фазлиахметова // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4. – С. 294.
135. Факторы, обеспечивающие качественное эндодонтическое лечение / С. Н. Разумова, М. И. Тимохина, В. С. Булгаков, А. Е. Анурова // Здоровье и образование в XXI веке. – 2015. – Т. 17, № 2. – С. 35–36.
136. Федотова, Ю. М. Современные методы эндодонтического лечения зубов / Ю. М. Федотова, Д. С. Пономарева // Международный студенческий научный вестник. – 2016. – № 6. – С. 38.
137. Фирсова, И. В. Анализ герметизирующей способности современных материалов для пломбирования системы корневых каналов / И. В. Фирсова, Ю. А. Македонова // Волгоградский научно-медицинский журнал. – 2013. – № 4 (40). – С. 48–49.
138. Фирсова, И. В. Выбор пломбировочного материала при obturации системы корневых каналов с позиции доказательной медицины / И. В. Фирсова, Ю.

- А. Македонова // Волгоградский научно-медицинский журнал. – № 2 (38). – 2013. – С. 39–41.
139. Фирсова, И. В. Клинические и морфологические особенности реакции верхушечного периодонта при использовании различных групп эндогерметиков / И. В. Фирсова, Ю. А. Македонова // Эндодонтия Today. – 2013. – № 2. – С. 7–11.
140. Фирсова, И. В. Оценка герметизирующей способности современных силеров / И. В. Фирсова, С. В. Поройский, Ю. А. Македонова // Тихоокеанский медицинский журнал. – 2014. – № 3. – С. 80–81.
141. Фирсова, И. В. Сравнительный анализ краевой проницаемости материалов для фиксации эндосистем / И. В. Фирсова, Ю. А. Македонова, Е. Б. Марымова // Эндодонтия Today. – 2015. – № 1. – С. 39–41.
142. Хирургическая стоматология : учебное пособие / В. В. Афанасьев, М. Р. Абдусаламов, В. В. Бекреев [и др.]. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 789 с. – ISBN: 978-5-9704-3137-5.
143. Холодович, О. В. Применение эндогерметиков на основе полидиметилсилоксана в комплексном лечении больных с хроническими формами пульпита : специальность 14.01.14 «Стоматология» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Холодович Ольга Владимировна ; Воронежская государственная медицинская академия им. Н. Н. Бурденко. – Воронеж, 2011. – 23 с.
144. Царев, В. Н. Определение изменения видового состава вирулентной микрофлоры при язвенном пульпите на этапах эндодонтического лечения / В. Н. Царев, А. В. Митронин, Д. А. Черджиева // Эндодонтия today. – 2011. – № 3. – С. 5–10.
145. Чжоу, Минь. Применение комбинированного силера на основе гидроксида кальция и эпоксидных смол при эндодонтическом лечении осложненного кариеса : специальность 14.01.14 «Стоматология» : диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук / Чжоу Минь ;

- Воронежская государственная медицинская академия им. Н. Н. Бурденко. – Воронеж, 2012. – 130 с.
146. Чернявский, Ю. П. Эффективность obturации системы корневого канала с использованием ручного и механического эндодонтического инструментария / Ю. П. Чернявский, Н. В. Шупилкин // Вестник Витебского государственного медицинского университета. – 2013. – Т. 12, № 3. – С. 153–162.
147. Чиликин, В. Н. Методики obturации корневого канала / В. Н. Чиликин, А. П. Овсебян, А. В. Зорян // Информационный стоматологический портал МЕДЕНТА. – Статьи учебного центра. – URL: http://www.medenta.ru/biosun/center/articles/index.php?ELEMENT_ID=559 (дата обращения: 20.12.2015).
148. Чиликин, В. Н. Проблемы obturации корневых каналов. Латеральная конденсация холодной гуттаперчи / В. Н. Чиликин // Эндодонтия Today. – 2014. – № 4. – С. 27–29.
149. Шумилович, Б. Р. Современные методы биомеханической обработки и obturации корневых каналов при эндодонтическом лечении многокорневых зубов / Б. Р. Шумилович, Е. Я. Печерица, Л. А. Трифонова // Вестник новых медицинских технологий (Электронное издание). – 2013. – № 1. – С. 94.
150. Эволюция эндодонтических obturационных систем, как показатель научно-технического прогресса в стоматологии / И. А. Беленова, А. В. Митронин, А. В. Сущенко [и др.] // Эндодонтия Today. – 2017. – № 1. – С. 36–41.
151. Эндодонтия. Болезни пульпы : учебное пособие для студентов высшего профессионального образования / А. С. Оправин, Т. В. Вилова, Л. Н. Кузьмина [и др.] ; Кафедра терапевтической стоматологии северного государственного медицинского университета. – Архангельск : Северный государственный медицинский университет, 2015. – 280 с. – ISBN: 978-5-91702-206-2.

152. Юдина, Н. А. Современные стандарты эндодонтического лечения. Часть 2. Ирригация и obturation корневых каналов / Н. А. Юдина // Современная стоматология. – 2012. – № 2 (55). – С. 12–18.
153. A quantitative evaluation of apical leakage of four root-canal sealers / F. K. Cobankara, N. Adanir, S. Belli, D. H. Pashley. – DOI: 10.1046/j.1365–2591.2002.00577.x // International Endodontic Journal. – 2002. – № 35 (12). – P. 979–984.
154. Actinomyces species, Streptococci, and Enterococcus faecalis in primary root canal infections / J. J. Siqueira, I. N. Rôças, R. Souto [et al.]. – DOI: 10.1097/00004770–200203000–00006 // International Endodontic Journal. – 2002. – № 28 (3). – P. 168–72
155. Adanir, N. Sealing properties of different resin-based root canal sealers / N. Adanir, F. K. Cobankara, S. Belli. – DOI: 10.1002/jbm.b.30408 // Journal Biomed. Mater. Res. B Appl. Biomater. – 2006. – № 77 (1). – P. 1–4.
156. An ex vivo evaluation of a new root canal irrigation technique with intracanal aspiration / Y. Fukumoto, I. Kikuchi, T. Yoshioka [et al.]. – DOI: 10.1111/j.1365–2591.2006.01050.x // International Endodontic Journal. – 2006. – № 39 (2). – P. 93–99
157. Araki, K. Indirect longitudinal cytotoxicity of root canal sealers on L929 cells and human periodontal ligament fibroblasts / K. Araki, H. Suda, L. S. Spangberg // Journal of Endodontics. – 1994. – № 20. – 67–70.
158. Arias-Moliz, M. T. The effect of the final irrigant on the antimicrobial activity of root canal sealers / M. T. Arias-Moliz, J. Camilleri // Journal of Dentistry. – 2016. – Vol. 52. – P. 30–36.
159. Azar, N. G. In vitro cytotoxicity of a new epoxy resin root canal sealer / N. G. Azar, M. Heidari, Z. S. Bahrami // Journal of Endodontics. – 2000. – № 26. – P. 462–465.
160. Bactericidal effect of Nd:YAG laser irradiation on some endodontic pathogens ex vivo / L. Bergmans, P. Moisiadis, W. Teughels. – DOI: 10.1111/j.1365–

- 2591.2006.01115.x // International Endodontic Journal. – 2006. – № 39 (7). – P. 547–557.
161. Beer, R. Endodontics: Trepanation and optical Control / R. Beer // ROOTS international magazine of endodontology. – 2006. – № 1. – Vol. 1. – P. 31–3.
162. Belenova I. A. Prevention of endodontic therapy complications by modification of sealers on epoxy resin basis / I. A. Belenova, A. V. Podoprigora, I. S. Belenov [et al.] // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. – 2019. – Vol. 10, № 1. – P. 1521–1526.
163. Bergenholtz, G. Assessment of treatment failure in endodontic therapy / G. Bergenholtz – DOI: 10.1111/joor.12423 // Journal of Oral Rehabilitation. – 2016. – Vol. 43, № 10. – P. 753–758.
164. Bergmans, L. A novel multimodular methodology to investigate external cervical tooth resorption / L. Bergmans, A. M. Mavridou, V. Gunst // International Endodontic Journal. – 2016. – Vol. 49, № 3. – P. 287–300.
165. Biocompatibility and bioactivity of calcium silicatebased endodontic sealers in human dental pulp cells / L. B. Mestieri, A. L. Gomes-Cornélio, E. M. Rodrigues [et al.]. – DOI: 10.1590/1678–775720150170 // Journal of Applied Oral Science. – 2015. – Vol. 23, № 5. – P. 467–471.
166. Bodrumlu, E. Antibacterial Activity of a New Endodontic Sealer against *Enterococcus faecalis* / E. Bodrumlu, M. Semiz // Journal of the Canadian dental association. – 2006. – № 72 (7). – P 637.
167. The first case report of robotic multivisceral resection for synchronous liver metastasis from pancreatic neuroendocrine tumor: a case report and literature review / M. L. Calin, A. Sadiq, G. Arevalo [et al.]. – DOI: 10.1089/lap.2016.0342 // Journal of Laparoendoscopic and Advanced Surgical Techniques. Part A. – 2016. – Vol. 26, № 10. – P. 816–824.
168. Cobankara, F. K. Evaluation of the influence of smear layer on the apical and coronal sealing ability of two sealers / F. K. Cobankara, N. Adanr, S. Belli. – DOI: 10.2334/josnugd.51.207 // Journal of Endodontics. – 2004. – № 30 (6). – P. 406–409.

169. Comparison of two techniques for removing fiber posts / A. Gesi, S. Magnolfi, C. Goracci, M. Ferrari. – DOI: 10.1097/00004770-200309000-00009 // International Endodontic Journal. – 2003. – № 29 (9). – P. 580–582.
170. Current trends in endodontic practice: emergency treatments and technological armamentarium / M. Lee, J. Winkler, G. Hartwell [et al.]. – DOI: 10.1016/j.joen.2008.10.007 // International Endodontic Journal. – 2009. – № 35 (1). – P. 35–39
171. Cytotoxicity of resin-, zinc oxide–eugenol-, and calcium hydroxide-based root canal sealers on human periodontal ligament cells and permanent V79 cells / F. M. Huang, K. W. Tai, M. Y. Chou, Y. C. Chang. – DOI: 10.1046/j.1365-2591.2002.00459.x. // International Endodontic Journal. – 2002. – № 35 (2). – P. 153–158.
172. Dixon, E. B. Comparison of two ultrasonic instruments for post removal / E. B. Dixon, P. J. Kaczowski, J. I. Nicholls, G. W. Harrington. – DOI: 10.1097/00004770-200202000-00016 // International Endodontic Journal. – 2002. – № 28 (2). – P. 111–115.
173. Evaluation of apical microleakage of teeth sealed with four different root canal sealers / F. Dutra, J. M. Barroso, L. D. Carrasco [et al.]. – DOI: 10.1590/s1678-77572006000500008 // Journal Applied Oral Science. – 2006. – № 14 (5). – P. 341–345.
174. Gençoğlu, N. A new silicon-based root canal sealer (Roekoseal-Automix) / N. Gençoğlu, C. Türkmen, R. Ahiskali. – DOI: 10.1046/j.1365-2842.2003.01105.x // Journal oral rehabilitation. – 2003. – № 30 (7). – P. 753–757
175. Golovchanska, O. Pain syndrome after endodontic treatment: causes and course peculiarities / O. Golovchanska // The Progressive Researches Science & Genesis. – 2015. – № 1. – P. 25–29.
176. Науман, С. Н. J. Биосовместимость стоматологических материалов, используемых в современном эндодонтическом лечении: обзор. Часть 1. Внутриканальные лекарства и вещества / С. Н. J. Науман, R. M. Love // Эндодонтия Today. – 2003. – № 1–2. – P. 78–88.

177. Nauman, C. H. J. Биосовместимость стоматологических материалов, используемых в современном эндодонтическом лечении: обзор. Часть 2. Материалы для пломбирования корневого канала / C. H. J. Nauman, R. M. Love // *International Endodontic Journal*. – 2003. – Vol. 36, № 3. – P. 147–160.
178. Hoen, M. M. Contemporary endodontic retreatments: an analysis based on clinical treatment findings / M. M. Hoen, F. E. Pink. – DOI: 10.1111/iej.12115 // *International Endodontic Journal*. – 2002. – № 28 (12). – P. 834–836.
179. Human tooth germ stem cell response to calciumsilicate based endodontic cements / E. P. Güven, M. E. Yalvac, M. B. Kayahan [et al.]. – DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-775720130047> // *Journal of Applied Oral Science*. – 2013. – Vol. 21, № 4. – P. 351–357.
180. In vitro antibacterial activities of root-canal sealers by using two different methods / F. K. Cobankara, H. C. Altinöz, O. Ergani [et al.] . – DOI: 10.1097/00004770-200401000-00013 // *International Endodontic Journal*. – 2004. – № 30 (1). – P. 57–60.
181. In vitro antibacterial activity of endodontic sealers / G. Pizzo, G. M. Giammanco, E. Cumbo [et al.]. – DOI: 10.1016/j.jdent.2005.03.001 // *Journal Dent*. – 2006. – № 34 (1). – P. 35–40.
182. In Vitro Antimicrobial Activity of Acroseal, Polifil and Epiphany against *Enterococcus faecalis* / C. R. Pinheiro, A. S. Guinesi, A. C. Pizzolitto, I. Bonetti-Filho // *Brazilian Dental Journal*. – 2009. – № 20. – P. 107–111. – ISSN 0103–6440.
183. In vitro comparison of induction capacity and biomineralization ability of mineral trioxide aggregate and a bioceramic root canal sealer / E. P. Güven, Pakize Neslihan Taşlı, M. B. Kayahan [et al.]. – DOI: 10.1111/iej.12115. // *International Endodontic Journal*. – 2013. – Vol. 46, № 12. – P. 1173–1182.
184. Vitro Evaluation of the Antimicrobial Activity of Five Root Canal Sealers / B. P. Gomes, J. A. Pedroso, R. C. Jacinto. – DOI: /S0103-64402004000100006. // *Brazilian Dental Journal*. – 2004. – № 15. – P. 30–35.

185. Influence of therapeutic cancer radiation on the bond strength of an epoxy- or an mta-based sealer to root dentine / C. V. Martins, G. B. Leoni, J. Arid [et al.]. – DOI: 10.1111 / iej.12556 // International Endodontic Journal. – 2016. – Vol. 49, № 11. – P. 1065–1072.
186. Knappwost, A. Die Cuprai-Depotphorese, ein anderes Prinzipien der Endodontie / A. Knappwost // Stomatologie. – 2002. – Vol. 5. – P. 30–35.
187. Kumar, R. V. Evaluation of the sealing ability of resin cement used as a root canal sealer: An in vitro study / R. V. Kumar, C. Shruthi. – DOI: 10.5005 / jp-журналы-10024-2188 // Journal of Conservative Dentistry. – 2012. – № 15 (3). – P. 274–277.
188. Lovato, K. F. Antibacterial Activity of EndoSequence Root Repair Material and ProRoot MTA against Clinical Isolates of Enterococcus faecalis / K. F. Lovato, C. M. Sedgley. – DOI:10.1016/j.joen.2011.06.022 // International Endodontic Journal. – 2011. – № 37 (11). – P. 1542–1546.
189. Maekawa, L. E. In vitro antibacterial activity of AH Plus, EndoRez and Epiphany against microorganisms / L. E. Maekawa, M. R. Nassri, C. K. Ishikawa. – DOI: 10.4103/0970-9290.104951 // Indian Journal of Dental Research. – 2012. – № 23. – P. 469–472
190. Metformin, independent of AMPK, inhibits MTORC1 in a rag gtpase-dependent manner / A. Kalender, A. Selvaraj, S. Y. Kim [et al.]. – DOI: 10.1016/j.cmet.2010.03.014 // Cell Metabolism. – 2010. – Vol. 11, № 5. – P. 390–401.
191. Mickel, A. K. Antimicrobial activity of endodontic sealers on Enterococcus faecalis / A. K. Mickel, T. H. Nguyen, S. Chogle. – DOI: 10.1097/00004770-200304000-00006 // International Endodontic Journal. – 2003. – № 29. – P. 257–258.
192. Miletic, I. Apical leakage of five root canal sealers after one year of storage / I. Miletic, S. P. Ribaric, Z. Karlovic. – DOI: 10.1097/00004770-200206000-00003 // International Endodontic Journal. – 2002. – № 28 (6). – P. 431–432.

193. Nielsen, B. A. Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals / B. A. Nielsen, C. J. Baumgartner. – DOI: 10.1016/j.joen.2007.01.020 // International Endodontic Journal. – 2007. – № 33 (5). – P. 611–615.
194. Nirupama, D. N. In Vitro Evaluation of the Antimicrobial Efficacy of Four Endodontic Biomaterials against Enterococcus faecalis, Candida albicans, and Staphylococcus aureus / D. N. Nirupama, M. T. Nainan, R. Ramaswamy. – DOI: 10.1155/2014/383756 // International Journal of Biomaterials. – 2014. – P. 383–756.
195. Obturation of the radicular space / J. I. Ingle, L. K. Bakland, J. C. Baumgartner [et. al.] // Ingle J. I. Endodontics / J. I. Ingle, Bakland L. K. – Fifth ed. – Hamilton : BC Decker Inc., 2002. – P. 571–668.
196. Olsson, B. Early tissue reaction to endodontic filling materials / B. Olsson, A. Wennberg // Endodontics and Dental Traumatology. – 1983. – № 9 (10). – P. 421–429. – DOI: 10.1016/S0099–2399(83)80257–X
197. Orstavik, D. Histopathology and X-ray microanalysis of the subcutaneous tissue response to endodontic sealers / D. Orstavik, I. A. Mjor // Journal of Endodontics. – 1988. – № 14. – P. 13–23.
198. Osorio, R. M. Цитотоксичность эндодонтических материалов / R. M. Osorio // Stomweb. – 2015. – URL: <https://stomweb.ru/articles/endodontiya/tsitotoksichnost-endodonticheskikh-materialov/> (дата обращения 15.09.2016).
199. Parirokh, M. Calcium silicate-based cements / M. Parirokh, M. Torabinejad. – DOI: 10.1002 / 9781118892435. ch10 // Mineral Trioxide Aggregate: Properties and Clinical Applications. – 2014. – P. 281–332.
200. PCR method is essential for detecting mycobacterium tuberculosis in oral cavity samples / J. Eguchi, K. Ishihara, A. Watanabe [et al.] // Oral Microbiology Immunology. – 2003. – Vol. 18, № 3. – P. 156–159.
201. Present and future of glass-ionomers and calcium-silicate cements as bioactive materials in dentistry: biophotonics-based interfacial analyses in health and disease / T. F. Watson, A. Atmeh, S. Sajini [et al.] – DOI:

- 10.1016/j.dental.2013.08.202 // *Dental Materials*. – 2014. – Vol. 30, № 1. – P. 50–61.
202. Reliability of two methods for measurement of alveolar bone level in children Dentomaxillofac / V. S. Pierro, I. P. de Souza, R. R. Luiz [et al.] – DOI: 10.1259/dmfr/18566768 // *Radiol.* – 2008. – № 37 (1). – P. 34–39.
203. Removal of smearlayer in surgical endodontics / C. Fabiani, V. Franco, F. Covello [et al.]. – DOI: 10.1016/j.joen.2011.03.001 // 27 Congresso Nazionale SIE Verona. – 2006. – P. 42–43.
204. Risk assessment of endodontic treatment according to results of CBCT / V. V. Aliamovskii, S. A. Narykova, A. N. Duzh [et al.] // *International Dental Journal*. – 2015. – Vol. 65, № S2. – P. 35.
205. Ruddle, C. J. Non-surgical treatment: Post&Broken instrument Removal / C. J. Ruddle // *Journal of Endodontics*. – 2004. – № 1-2. – P. 1–18.
206. Ruddle, C. J. Nonsurgical endodontic retreatment / C. J. Ruddle // *Journal California Dental Association*. – 2004. – № 32 (6). – P. 474–484.
207. Ruddle, C. J. Ruddle on retreatment, 4-part DVD series / James Lowe Productions, Studio 2050, producers. – Santa Barbara : Advanced Endodontics, 2004.
208. Sariyilmaz, E. Retrospective analysis of post-treatment apical periodontitis and quality of endodontic treatment and coronal restorations in an elderly Turkish population / E. Sariyilmaz, C. Keskin, Ö. Özcan. – DOI: 10.1016 / j.jcgg.2015.08.003// *Journal of Clinical Gerontology and Geriatrics*. – 2016. – Vol. 7, № 1. – P. 17–20.
209. Satterthwaite, J. D. Potential for temperature change during application of ultrasonic vibration to intra-radicular posts / J. D. Satterthwaite, A. N. Stokes, N. T. Frankel // *European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*. – 2003. – № 11(2), P. 51–56.
210. Schafer, E. Association for Dental Research / E. Schafer, G. Olthoff // Effect of three different sealers on the sealing ability of both Thermafil obturators and cold

- laterally compacted gutta-percha / *Journal of Endodontics*. – 2002. – № 28 (9). – P. 638–642.
211. Schafer, E. Solubility of root-canal sealers in water and artificial saliva / E. Schafer, T. Zandbiglari. – DOI: 10.1046/j.1365–2591.2003.00705.x // *International Endodontic Journal*. – 2003. – № 36 (10). – P. 660–9.
212. Schweikl, H. Mutagenicity of the root canal sealer AH plus in the Ames test / H. Schweikl, G. Schmalz, M. Federlin // *Clinical Oral Investigations*. – 1998. – № 2. – P. 125–9.
213. Sealer: a scalable gap-closing application for finishing draft genomes / D. Paulino, R. L. Warren, B. P. Vandervalk [et al.]. – DOI: 10.1186/s12859–015–0663–4 // *BMC Bioinformatics*. – 2015. – Vol. 16. – P. 230.
214. Spangberg, L. Endodontic treatment of teeth without apical periodontitis / M. Trope, E. O. Delano, D. Orstavik. – DOI: 10.1016/S0099–2399(06)81169–6 // UK: Blackwell Science. – 1999. – P. 228.
215. Standardless x-ray fluorescence analysis of endodontic sealers using a portable spectrometer / I. Suciu, R. Bartok, E. S. Preoteasa [et al.] // *Romanian Journal in Physics*. – 2015. – Vol. 60, № 3–4. – P. 528–548.
216. The dawn of dentistry in the late upper Paleolithic: An early case of pathological intervention at Riparo Fredian / G. Oxilia, F. Fiorillo, F. Boschin [et al.]. – DOI: 10.1002/ajpa.23216 // *American Journal of Physical Anthropology*, 2017. – Vol. 163. – P. 446–461.
217. The mutagenic potential of AH+ and AH26 by Salmonella / microsome assay / S. Jukic, I. Miletic, I. Anic [et al.]. – DOI 10.1097/00004770–200006000–00003// *Journal of Endodontics*. – 2000. – № 26. – P. 321–324.
218. The sealing ability of Gutta Flow in oval-shaped canals: an ex vivo study using a polymicrobial leakage model / G. De-Deus, M. C. Brandão, R. A. Fidel, S. R. Fidel. – DOI 10.1111/j.1365–2591.2007.01295 // *International Endodontic Journal*. – 2007. – № 40 (10). – P. 794–799.

219. Verissimo, D. M. Methodologies for assessment of apical and coronal leakage of endodontic filling materials: a critical review / D. M. Verissimo, M. S. do Vale // *Journal of Oral Science*. – 2006. – № 48 (3). – P. 93–98.
220. Willershausen, I. In vitro analysis of the cytotoxicity and the antimicrobial effect of four endodontic sealers / I. Willershausen, A. Callaway, B. Briseño. – DOI: 10.1186/1746-160X-7-15 // *Head & Face Medicine*. – 2011. – № 7. – P. 15.
221. Wolcott, J. Clinical investigation of second mesiobuccal canals in endodontically treated and retreated maxillary molars / J. Wolcott, D. Ishley, W. Kennedy. – DOI: 10.1097/00004770-200206000-00016 // *International Endodontic Journal*. – 2002. – № 28 (6). – P. 477–9.
222. Wu, M. K. An 18-month longitudinal study on a new silicon-based sealer, RSA RoekoSeal: a leakage study in vitro / M. K. Wu, E. Tigos, P. R. Wesselink. – DOI: 10.1067/moe.2002.124859 // *Oral Surgery, Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontics*. – 2002. – № 94 (4). – P. 499–502.
223. Zhang, W. Effects of iRoot SP on Mineralization-related Genes Expression in MG63 Cells / W. Zhang, Z. Li , B. Peng. – DOI: 10.1016/j.joen.2010.08.038 // *International Endodontic Journal*. – 2010. – № 36. – P. 1978–1982.

