

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-2-64-72

УДК: 616.31

ЛАБОРАТОРНЫЙ АНАЛИЗ МОРФОЛОГИИ И КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ ПРИ ЭНДО-ПАРОДОНТАЛЬНЫХ ПОРАЖЕНИЯХ

Мандра Ю. В., Светлакова Е. Н., Семенцова Е. А., Легких А. В., Ивашов А. С.,
Котикова А. Ю., Козьменко А. Н., Жегалина Н. М., Коваленко А. С., Семина Ю. Д.

Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия

Аннотация

В связи с тем, что при эндо-пародонтальном поражении наиболее часто клиницистами осуществляется первичное эндодонтическое лечение, то выбор эндодонтического инструмента должен осуществляться на основании биоэквивалентного подхода: механическая обработка корневого канала малоинвазивная с максимальным сохранением анатомической формы корневого канала.

Предмет исследования — выбор оптимальной системы для машинной обработки корневых каналов при эндо-пародонтальных поражениях.

Цель — сравнить морфоструктурные изменения поверхности дентина корней зубов под воздействием разных машинных эндодонтических инструментов у пациентов с эндо-пародонтальными поражениями.

Материалы и методы. Материалом для экспериментального исследования служили образцы свежесудаленных зубов — резцов I типа по Вертуччи (36 образцов) пациента, проживающего в Уральском регионе, имеющего показания к удалению зубов по поводу хронического генерализованного пародонтита тяжелой степени.

Изучение образцов с использованием сканирующего электронного микроскопа JSM-6390LV фирмы JEOL на базе ЦКП «Гео-аналитик» (Институт геологии и геохимии УрО РАН, руководитель — академик РАН Вотяков Сергей Леонидович).

Результаты. Максимально агрессивной обработке и истончению стенок корневого канала подверглись образцы, обработанные системами Resiproc (8% апикальной конусности) и WaveOne (7% апикальной конусности). После применения систем M-файлы РусМед (4% апикальной конусности) и ProTaper (6% апикальной конусности) анатомия корневых каналов максимально сохранена.

Выводы. Проведено сравнение морфоструктурных изменений поверхности дентина корней зубов под воздействием разных машинных эндодонтических инструментов у пациентов с эндо-пародонтальными поражениями. Наилучшие результаты получены при использовании ротационных систем с конусностью инструментов 4 и 6, что подтверждено методом сканирующей электронной микроскопии.

Ключевые слова: обработка корневых каналов, эндо-пародонтальные поражения, сканирующая электронная микроскопия, поперечные сечения корневых каналов, морфоструктурные изменения поверхности дентина корней зубов

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Юлия Владимировна МАНДРА ORCID ID 0000-0002-8439-3272

д.м.н., профессор, профессор кафедры терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний, директор Института стоматологии, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия
jmandra@mail.ru

Елена Николаевна СВЕТЛАКОВА ORCID ID 0000-0002-7592-8343

д.м.н., доцент, доцент кафедры терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия
svet_anell1@mail.ru

Елена Анатольевна СЕМЕНЦОВА ORCID ID 0000-0002-0296-8723

к.м.н., доцент, доцент кафедры терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия
vanevs@mail.ru

Александр Владимирович ЛЕГКИХ ORCID ID 0000-0002-9159-2165

к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия
lyogkih@ya.ru

Александр Сергеевич ИВАШОВ ORCID ID 0000-0001-5329-1356

к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия
sashaivashov@gmail.com

Анастасия Юрьевна КОТИКОВА ORCID ID 0000-0001-8810-2957

к.м.н., доцент кафедры терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия
nasya.kotikova@mail.ru

Анастасия Николаевна КОЗЬМЕНКО ORCID ID 0000-0003-2745-4240

к.м.н., доцент, доцент кафедры терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия
power2030@yandex.ru

Наталья Максовна ЖЕГАЛИНА ORCID ID 0000-0002-2376-0358

к.м.н., доцент, доцент кафедры терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия
nzhegalina@mail.ru

Анастасия Сергеевна КОВАЛЕНКО ORCID ID 0009-0005-1126-5455

соискатель кафедры терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний, врач-стоматолог клинического отделения №1 стоматологической клиники, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия
Nkovalenko2000@mail.ru

Юлия Дмитриевна СЕМИНА ORCID ID 0009-0004-7582-6947

Студентка 5 курса Института стоматологии, Уральский государственный медицинский университет, г. Екатеринбург, Россия
seminajulia135@gmail.com

Адрес для переписки: Елена Николаевна СВЕТЛАКОВА

+7 (902) 2629259

svet_anell1@mail.ru

Образец цитирования:

Мандра Ю. В., Светлакова Е. Н., Семенцова Е. А., Легких А. В., Ивашов А. С., Котикова А. Ю., Козьменко А. Н., Жегалина Н. М., Коваленко А. С., Семина Ю. Д. ЛАБОРАТОРНЫЙ АНАЛИЗ МОРФОЛОГИИ И КАЧЕСТВА ОБРАБОТКИ КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ ПРИ ЭНДО-ПАРОДОНТАЛЬНЫХ ПОРАЖЕНИЯХ. Проблемы стоматологии. 2025; 2: 64-72.

© Мандра Ю. В. и др., 2025

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-2-64-72

Поступила 16.05.2025. Принята к печати 18.06.2025

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-2-64-72

LABORATORY ANALYSIS OF THE MORPHOLOGY AND QUALITY OF ROOT CANAL TREATMENT IN ENDO-PERIODONTAL LESIONS

Mandra J.V., Svetlakova E.N., Sementsova E.A., Lyogkih A.V., Ivashov A.S.,
Kotikova A. Yu., Kozmenko A.N., Zhegalina N.M., Kovalenko A.S., Semina Yu.D.

Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia

Abstract

Since primary endodontic treatment is most often performed by clinicians in the case of endo-periodontal lesions, the choice of endodontic instrument should be based on a bioequivalent approach: minimally invasive mechanical treatment of the root canal with maximum preservation of the anatomical shape of the root canal.

Subject. The subject of the study is the choice of the optimal system for machine treatment of root canals in endo-periodontal lesions.

Objectives. To compare morphostructural changes in the surface of dentin of tooth roots under the influence of different machine endodontic instruments in patients with endo-periodontal lesions.

Methodology. The material for the experimental study was samples of freshly extracted teeth - incisors of type I according to Vertucci (36 samples) of a patient living in the Ural region, who had indications for tooth extraction due to severe chronic generalized periodontitis. The study of samples was carried out using a scanning electron microscope JSM-6390LV from Jeol.

Results. The samples treated with the Reciproc (8% apical taper) and WaveOne (7% apical taper) systems underwent the most aggressive treatment and thinning of the root canal walls. After using the RusMed M-files (4% apical taper) and ProTaper (6% apical taper) systems, the anatomy of the root canals was maximally preserved.

Conclusion. A comparison of morphostructural changes in the dentin surface of tooth roots under the influence of different machine endodontic instruments in patients with endo-periodontal lesions was carried out. The best results were obtained when using rotary systems with instrument tapers of 4 and 6, which was confirmed by scanning electron microscopy.

Keywords: root canal treatment, endo-periodontal lesions, scanning electron microscopy, root canal cross-sections, morphostructural changes in the surface of root dentin

The authors declare no conflict of interest.

Yulia V. MANDRA ORCID ID 0000-0002-8439-3272

Grand PhD in Medical Sciences, Professor, Professor of the Department of Therapeutic Dentistry and Propaedeutics of Dental Disease, Director of the Institute of Dentistry, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia
jmandra@mail.ru

Elena N. SVETLAKOVA ORCID ID 0000-0002-7592-8343

Grand PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Department of Therapeutic Dentistry and Propaedeutics of Dental Disease, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia
svet_anell1@mail.ru

Elena A. SEMENTSOVA ORCID ID 0000-0002-0296-8723

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Department of Therapeutic Dentistry and Propaedeutics of Dental Disease, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia
vanevs@mail.ru

Alexander V. LEGKIKH ORCID ID 0000-0002-9159-2165

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Department of Therapeutic Dentistry and Propaedeutics of Dental Disease, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia
lyogkih@ya.ru

Alexander S. IVASHOV ORCID ID 0000-0001-5329-1356

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Department of Therapeutic Dentistry and Propaedeutics of Dental Disease, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia
sashaivashov@gmail.com

Anastasia Yu. KOTIKOVA ORCID ID 0000-0001-8810-2957

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Department of Therapeutic Dentistry and Propaedeutics of Dental Disease, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia
nastya.kotikova@mail.ru

Anastasia N. KOZMENKO ORCID ID 0000-0003-2745-4240

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Department of Therapeutic Dentistry and Propaedeutics of Dental Disease, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia
power2030@yandex.ru

Natalia M. Zhegalina ORCID ID 0000-0002-2376-0358

PhD in Medical Sciences, Associate Professor, Department of Therapeutic Dentistry and Propaedeutics of Dental Disease, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia
nzhegalina@mail.ru

Anastasia S. KOVALENKO ORCID ID 0009-0005-1126-5455

Applicant of the Department of Therapeutic Dentistry and Propaedeutics of Dental Disease, dentist of the Clinical Department 1 of Dental Clinic, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia
Nkovalenko2000@mail.ru

Yulia D. SEMINA ORCID ID 0009-0004-7582-6947

Student, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia
seminajulia135@gmail.com

Correspondence address: Elena N. SVETLAKOVA

3 Repina Street, Ekaterinburg, 620028, Russia
+7 (902) 2629259
svet_anell1@mail.ru

For citation:

Mandra J.V., Svetlakova E.N., Sementsova E.A., Lyogkih A.V., Ivashov A.S., Kotikova A. Yu., Kozmenko A.N., Zhegalina N.M., Kovalenko A.S., Semina Yu.D.
LABORATORY ANALYSIS OF THE MORPHOLOGY AND QUALITY OF ROOT CANAL TREATMENT
IN ENDO-PERIODONTAL LESIONS. Actual problems in dentistry. 2025; 2: 64-72. (In Russ.)

© Mandra J.V. et al., 2025

DOI: 10.18481/2077-7566-2025-21-2-64-72

Received 16.05.2025. Accepted 18.06.2025

Введение

Сложное взаимодействие воспалительных процессов в пульпе зуба и пародонте представляет собой серьезную стоматологическую проблему, известную как эндо-пародонтальное поражение. Инфекция, развивающаяся в одной из частей этого комплекса, может распространиться на другую, усугубляя ситуацию и приводя к более обширному повреждению тканей. Это обусловлено анатомическими особенностями — корневыми каналами зуба, имеющими апикальное отверстие, а также боковыми и дополнительные каналы, представляют собой физиологические пути распространения бактерий и воспалительных медиаторов между пульпой и пародонтом. По оценкам, 30–40% всех зубов имеют боковые или дополнительные каналы, большинство из которых находятся в апикальной трети корня (17,0%). Эти каналы реже встречаются в средней трети (примерно 9%) и наименее часто в коронковой трети (менее 2%) [1]. Если пародонтальный карман достигает апикального или бокового отверстия корневого канала, бактерии и продукты их жизнедеятельности могут попасть в пульпу, вызывая ретроградный пульпит, и наоборот, при некрозе пульпы — в пародонт [1–4].

Классификация, пользующаяся наибольшей популярностью, была предложена Н. J. Simon et al. (1972). Согласно этой классификации, эндо-пародонтальные поражения (ЭПП) могут быть классифицированы на: первичное эндодонтическое повреждение, первичное эндодонтическое поражение с вторичным поражением пародонта, первичное поражение пародонта, первичное поражение пародонта с вторичным эндодонтическим поражением, истинное комбинированное поражение.

Согласно классификации Р. Н. А. Guldener (1982), основывающейся на первичности развития поражения, выделяют эндо-пародонтальные поражения и пародонто-эндодонтические поражения. При поражении пульпы и пародонта одновременно — комбинированное.

Классификация Н. М. Ahmed (2012) делит сочетанные заболевания пульпы и пародонта на 7 классов: одновременные (истинно сочетанные); поражения пульпы с вовлечением пародонта; поражения пародонта с вовлечением пульпы; независимые; ятрогенные; прогрессирующие; неопределенные.

По классификации МКБ 10 эндо-пародонтальные поражения кодируются K05.2 Острый пародонтит, где K05.20 — пародонтальный абсцесс десневого происхождения без свища и K05.21 — пародонтальный абсцесс десневого происхождения со свищем.

В 2018 году EFP предложена новая классификация заболеваний пародонта, включающая ЭПП с поражением корней и ЭПП без поражения корней.

При сочетанных поражениях тканей пародонта и пульпы зуба воспаление поддерживается инфекцией, персистирующей в дополнительных каналах корня и дентинных канальцах, а также в пародонтальном кармане. Предупреждение формирования и ликвидация очагов инфекции в системе корневых

каналов зуба, периапикальных тканях, а также в пародонтальных карманах лежит в основе профилактики и лечения [1–2].

Цель — сравнить морфоструктурные изменения поверхности дентина корней зубов под воздействием разных машинных эндодонтических инструментов у пациентов с эндо-пародонтальными поражениями.

Материалы и методы

Материалом для экспериментального исследования служили образцы свежее удаленных зубов — резцов I типа по Вертуччи (36 образцов) пациентов, проживающих в Уральском регионе, имеющих показания к удалению зубов по поводу хронического генерализованного пародонтита тяжелой степени.

Образцы 1 группы обрабатывали ротационной системой с конусностью инструментов 4%, образцы 2 группы — ротационной системой с конусностью инструментов 6%, в 3 группе применяли реципрокальную систему переменной конусности, апикальная — 8%, в 4 группе — опиловую реципрокальную систему переменной конусности, апикальная — 7%.

Образцы готовили следующим образом: шаровидным бором создавали эндодонтический доступ с язычной поверхности зуба с соблюдением принципов биологической целесообразности, создание ковровой дорожки проводили инструментом K-file 10 (сиреневый) [5]. Затем корневой канал первого образца обрабатывали системой М-файлов РусМед до номера 20, конусность 4; корневой канал второго — Reciproc до номера 20, конусность 6; третьего — WaveOne; четвертого — ProTaper до номера F1 конусность 6. Каждый инструмент вводился в корневой канал в активном состоянии (рис 1.1), в качестве эндолубриканта использовался гель 10% ЭДТА — RC-prep (Premier Dental, США). Медикаментозную обработку корневых каналов проводили раствором 3,25% гипохлорита натрия, дистиллированной водой, раствором хлоргексидина биглюконата 2% [6–7]. После этого все образцы высушивались бумажными штифтами, обрабатывались диодным лазером на мощности 2,0 Вт, оптоволокно 200 мкм, длина волны 980 нм в течение 20 секунд (рис 1.2) [8–10].

Проводилось пломбирование корневых каналов методом вертикальной конденсации гуттаперчи с применением системы BeeFill (VDW, Германия) и термостабильного силера на основе эпоксидных смол AN plus (Dentsply, Германия) [11]. Устье корневого канала и полости зуба заполняли стеклоиономерным цементом тройного отверждения Vitremer (3M ESPE, Германия). Зубы всех групп после пломбирования корневых каналов выдерживали в термостате при температуре 37°C и 95% влажности в течение времени, указанного в инструкции производителя для полного отверждения пломбировочного материала (до 3 суток) (рис. 1.3). После отверждения пломбировоч-

ного материала в корневых каналах зубов их погружали коронками (до эмалево-цементной границы) в расплавленный воск так, чтобы все поверхности коронки и пломба были покрыты тонким слоем воска. Все поверхности корня при этом оставались непокрытыми. Затем зубы помещали на 1 сутки в ванночку с 2% раствором метиленовой сини, отмывали, удаляли воск и с помощью алмазного сепарационного диска и низкоскоростной бормашины с обязательным водяным охлаждением производили поперечные распилы корней зубов с шагом 1,5 мм. Распиливали вдоль оси зуба через корневые каналы (рис. 1.4). Распилы помещали в ванночку и заливали вокруг эпоксидной смолой (рис. 1.5), рассматривали при 10–50 кратном увеличении и фотографировали (рис. 1.6). На распилах регистрировали проникновение красителя (метиленового синего) в эндодонт.

Исследование морфологии и структуры корневых каналов после обработки с использованием различных машинных систем проводилось с использованием сканирующего электронного микроскопа JSM-6390LV фирмы Jeol на базе ЦКП «Геоаналитик» (Институт геологии и геохимии УрО РАН, руководитель — академик РАН Вотяков Сергей Леонидович).

При исследовании образцов использовали оценку проникновения красителя в баллах (табл. 1). Регистрация проникновения красителя в эндодонт изуча-

лась с помощью операционного стоматологического микроскопа Carl Zeiss (Германия).

Таблица 1

Критерии оценки степени проникновения красителя в ткани корня зуба и корневые каналы

Table 1. Criteria for assessing the degree of dye penetration into tooth root tissue and root canals

Оценка (баллы)	Степень проникновения красителя в ткани корня зуба и корневые каналы
0	Нет окрашивания дентина корня и проникновения красителя в корневой канал
1	Имеется проникновение красителя в дентин не более толщины стенки корня, в корневом канале краситель отсутствует
2	Имеется проникновение красителя в дентин на всю толщину стенки корня, в корневом канале краситель отсутствует
3	Имеется проникновение красителя в дентин на всю толщину стенки корня и в корневой канал зуба

Качество заполнения корневых каналов оценивали по 4-балльной системе (0–1–2–3) на основании анализа поперечных срезов корней зубов на расстоянии 3 мм и 8 мм от верхушки корня (методика Николаевой Е. А., Николаева А. И., соавт., 2016 г.) [12] (табл. 2)

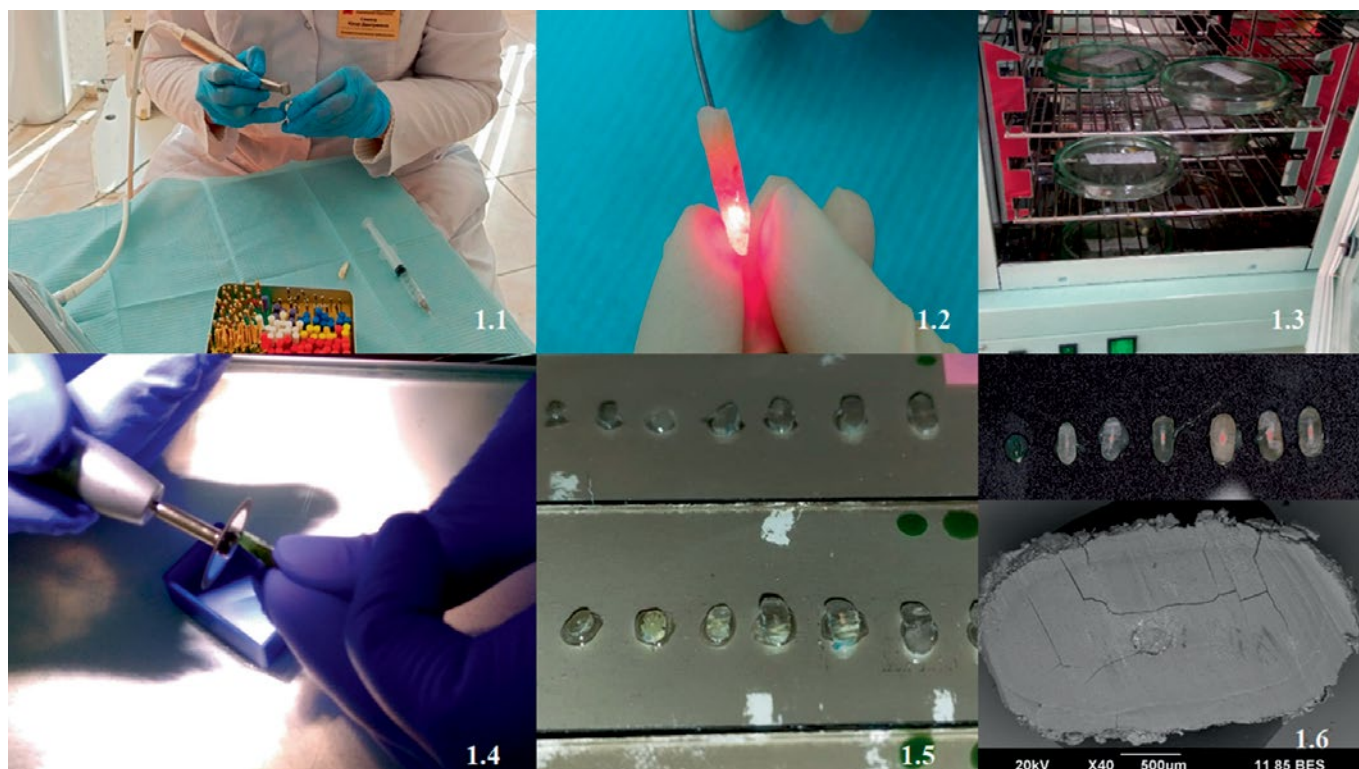


Рис. 1 Подготовка образцов. 1.1 Инструментальная и медикаментозная обработка. 1.2 Обработка диодным лазером. 1.3 Термостат. 1.4 Поперечные распилы. 1.5 Заливка эпоксидной смолой. 1.6 Фотографии на сканирующий электронный микроскоп
Fig. 1 Sample preparation. 1.1 Instrumental and medicinal treatment. 1.2 Diode laser treatment. 1.3 Thermostat. 1.4 Cross-cuts. 1.5 Epoxy resin filling. 1.6 Scanning electron microscope photographs

Таблица 2

Качество заполнения корневых каналов

Table 2. Root canal filling quality

Оценка (баллы)	Качество заполнения корневых каналов
0	На шлифах имеются значительные дефекты заполнения корневого канала (пустоты) размером более 0,5 мм, имеются промежутки между массой пломбировочного материала и стенками корневого канала на всем протяжении
1	На шлифах имеются пустоты, незначительные дефекты заполнения корневого канала размером не более 0,5 мм или участки заполнения корневого канала эндогерметиком размером более 0,5 мм, выявляются расслоения между порциями гуттаперчи, прилегание материала к стенкам корневого канала неплотное в отдельных участках
2	На шлифах отсутствуют дефекты заполнения корневого канала, толщина слоя эндогерметика измерима в пределах 0,1–0,5 мм, могут выявляться незначительные поры в корневой пломбе
3	Весь просвет корневого канала заполнен гуттаперчей, толщина слоя эндогерметика не превышает 0,1 мм, прилегание пломбировочного материала к стенкам корневого канала без промежутков и пор, точное совпадение с формой корневого канала

До 85% микрофлоры корневого канала находится в форме биопленки, а 15% в виде планктона, наибольшее значение имеет медикаментозная обработка корневого канала, активация антисептиков и стерилизация корневых каналов с применением высокоинтенсивных лазерных систем, что было ранее доказано учеными различных школ стоматологии [6–10, 13–20].

Результаты исследования и их обсуждение

При исследовании образцов 1 группы, обработанных ротационной системой 4% конусности (М-файлы РусМед) апикальный спил подвергнут минимальной инструментальной обработке корневого канала, в средней трети канала сохранена анатомическая форма, пломбировочный материал равномерно заполняет его просвет. У образца в устьевой трети обработке подвергнуто 80% внутриканального просвета (рис. 2).

После обработки корневого канала ротационной системой 6-конусности (ProTaper) апикальный спил основного хода корневого канала подвергнут интенсивной инструментальной обработке, до 90% просвета опилено ротационным движением кромки инструмента. В средней трети прослеживается сохранение анатомической формы корневого канала, пломбировочный материал равномерно заполняет его просвет. В устьевой части инструментальной обработке подвергнуто более 90% внутриканального просвета. Корневая пломба надежно заполняет просвет корневого канала (рис. 2).

Изучение образцов, обработанных реципрокальной системой с 8% апикальной конусностью (Reciproc), показало, что апикальный спил подвергнут максимальной инструментальной обработке корневого канала, в средней и устьевой трети корневого канала — 100% обработка просвета корневого канала, истончение корневого дентина в сторону инвагинации корня, анатомия не сохранена. Корневая пломба надежно заполняет просвет корневого канала (рис. 2).

Исследование образцов после обработки реципрокальной системой 7% апикальной конусности (WaveOne) показало, что апикальный спил подвергнут

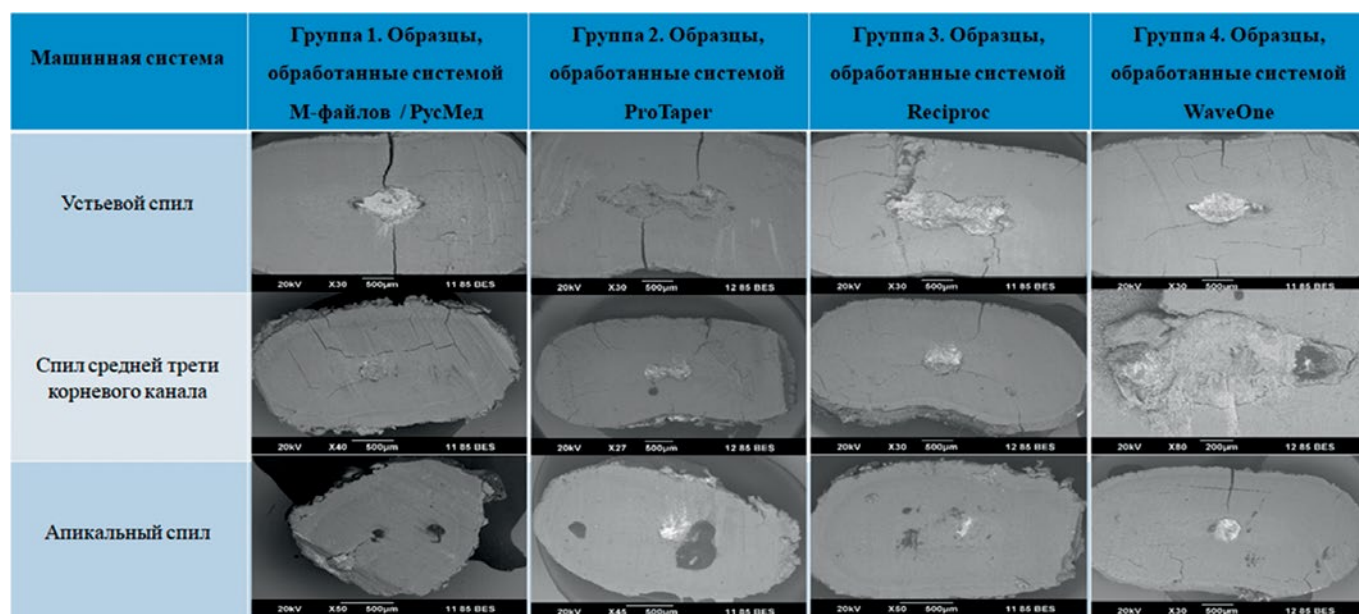


Рис. 2 Спили корневых каналов, обработанные различными машинными системами. Сканирующий электронный микроскоп. Увеличение 30
Fig. 2 Root canal sections processed by different machine systems. Scanning electron microscope. Magnification 30

активной агрессивной инструментальной обработке на 90%, средний – на 100%. Пломбировочный материал надежно obtурирует просвет корневого канала. В устьевой части определяется основной ход канала и необработанные боковые его участки, механически обработано лишь 40% внутриканальной поверхности. Просвет корневого канала не полностью заполнен пломбировочным материалом, определяются пустые участки (рис. 2).

Оценка степени проникновения красителя и качества заполнения просвета корневого канала показала хорошие результаты во всех группах образцов (табл. 3).

Проведенное исследование показало, что ни в одном из экспериментальных образцов не выявлено красителя в корневом канале, это свидетельствует о надежной obtурации во всех случаях. Имеется проникновение красителя не более толщины стенки корня в исследуемых группах 3 и 4, где для инструментальной обработки были использованы системы Reciproc и WaveOne, данный факт может свидетельствовать о наличии дополнительных ответвлений, апикальных дельт корневых каналов.

Результаты сравнительного лабораторного изучения качества заполнения просвета корневых каналов при применении трехмерной obtурации после инструментальной обработки различными машинными инструментами показали различную эффективность эндодонтических систем механической обработки (табл. 4).

На шлифах экспериментальных образцов, обработанных системой М-файлов РусМед, дефекты заполнения просвета каналов (оценки по критерию — «0» и «1») выявлены только в 8,71 (0,42) случаев. Среднее измерение по бальной системе оценки качества запол-

нения просвета корневого канала составило 2,51 (0,22) в апикальной части и 2,78 (0,27) в средней трети корневого канала.

На экспериментальных образцах, обработанных системой ProTaper, дефекты заполнения просвета каналов (оценки по критерию — «0» и «1») выявлены только в 10,05 (0,39) случаев. Среднее измерение по бальной системе оценки качества заполнения просвета корневого канала составило 2,75 (0,23) в апикальной части и 2,69 (0,33) в средней трети корневого канала.

Изучение шлифов зубов, в которых обработка корневых каналов проводилась системой Reciproc, выявило расслоения между порциями гуттаперчи, прилегание материала к стенкам корневого канала неплотное в отдельных участках в 9,13 (0,41) случаев. Средняя оценка качества заполнения просвета апикальной части корневого канала составила 2,78 (0,31) баллов, в средней трети — 2,76 (0,28).

Шлифы экспериментальных образцов после обработки системой WaveOne и трехмерной obtурации не выявили дефектов заполнения корневого канала в апикальной трети корневого канала. Оценка по критерию «0» и «1» выявлена только в 11,74 (0,51) образцов средней трети. Толщина слоя эндогерметика измерима в пределах 0,1–0,5 мм практически во всех образцах данной группы, что позволило оценить качество заполнения просвета на 2,68 (0,27) баллов в апикальной части и 2,38 (0,32) в средней трети корневого канала.

Выводы

Проведенное исследование на экспериментальных образцах поперечных шлифов зубов показало хорошее качество обработки и obtурации корневых каналов

Таблица 3

Оценка степени проникновения красителя в ткани корня зуба и корневые каналы

Table 3. Evaluation of the degree of dye penetration into the root tissues of the tooth and root canals

	Группа 1. Образцы, обработанные системой М-файлов/ РусМед	Группа 2. Образцы, обработанные системой ProTaper	Группа 3. Образцы, обработанные системой Reciproc	Группа 4. Образцы, обработанные системой WaveOne
Баллы, ед	0,51 (0,02)	0,55 (0,03)	0,71 (0,04)	0,68 (0,04)

Примечание: * указаны данные в виде $M(SD)$, где M — среднее значение показателя, SD — стандартное отклонение

Таблица 4

Распределение оценок качества заполнения просвета корневых каналов после обработки различными машинными системами

Table 4. Distribution of root canal filling quality ratings after treatment with different machine systems

	Группа 1. Образцы, обработанные системой М-файлов/ РусМед	Группа 2. Образцы, обработанные системой ProTaper	Группа 3. Образцы, обработанные системой Reciproc	Группа 4. Образцы, обработанные системой WaveOne
Апикальный шлиф (3 мм от apex), баллы	2,51 (0,22)	2,75 (0,23)	2,78 (0,31)	2,68 (0,27)
Средней трети шлиф (7 мм от apex), баллы	2,78 (0,27)	2,69 (0,33)	2,76 (0,28)	2,38 (0,32)

Примечание: * указаны данные в виде $M(SD)$, где M — среднее значение показателя, SD — стандартное отклонение

во всех исследуемых группах. Максимально агрессивной обработке и истончению стенок корневого канала подверглись образцы, обработанные системами ResiProc и WaveOne. После применения систем М-файлы РусМед и ProTaper анатомия корневых каналов максимально сохранена. Бальная оценка качества пломбирования после обработки различными машинными системами корневых каналов I типа по Вертуччи показала максимальную эффективность в группах образцов, где применялись системы ProTaper и ResiProc.

В связи с тем, что при эндо-пародонтальном поражении наиболее часто клиницистами осуществляется

первичное эндодонтическое лечение, то выбор эндодонтического инструмента должен осуществляться на основании биоэквивалентного подхода: механическая обработка корневого канала малоинвазивная, максимальное сохранение анатомической формы корневого канала, проведенные нами исследования показали, что этому требованию максимально соответствуют системы М-файлы РусМед и ProTaper. Инструментальными системами выбора при эндо-пародонтальных поражениях являются ResiProc и WaveOne.

Литература/References

1. Chen B., Zhu Y., Lin M., Zhang Y., Li Y., Ouyang X. et al. Expert consensus on the diagnosis and therapy of endo-periodontal lesions. *International journal of oral science*. 2024;16(1):55. <https://doi.org/10.1038/s41368-024-00320-0>
2. Моисеев Д.А., Волков С.И., Конов А.А., Кулюкина М.А. Морфологическая и функциональная взаимосвязь пульпы зубов и пародонта в аспекте эндо-пародонтальных поражений: систематический обзор. *Пародонтология*. 2021;26(4):289-299. [Moiseev D.A., Volkov S.I., Konov A.A., Kulyukina M.A. The morphological and functional relationship between dental pulp and periodontal tissue in the aspect of endo-perio lesions. *Parodontologiya*. 2021;26(4):289-299. (In Russ.).] <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2021-26-4-289-299>
3. Моисеев Д.А., Копецкий И.С., Никольская И.А., Илюхин Г.С., Газаров С.Ю., Мадатян Г.К. и др. Проблема первичности инфицирования при эндо-пародонтальных поражениях: систематический обзор. *Эндодонтия Today*. 2023;21(2):115-123. [Moiseev D.A., Kopetsky I.S., Nikolskaya I.A., Ilyukhin G.S., Gazarov S.Yu., Madatyan G.K. et al. The problem of primary infection in endo-periodontal lesions: a systematic review. *Endodontics Today*. 2023;21(2):115-123. (In Russ.).] <https://doi.org/10.36377/1683-2981-2023-21-2-115-123>
4. Ricucci D., Siqueira J.F. Jr, Rôças I.N. Pulp Response to Periodontal Disease: Novel Observations Help Clarify the Processes of Tissue Breakdown and Infection. *Journal of endodontics*. 2021;47(5):740-754. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2021.02.005>
5. Ajina M., Billis G., Chong B.S. The Effect of Glide Path Preparation on Root Canal Shaping Procedures and Outcomes. *European endodontic journal*. 2022;7(2):92-105. <https://doi.org/10.14744/ej.2022.97659>
6. Gomes B.P.F.A., Aveiro E., Kishen A. Irrigants and irrigation activation systems in Endodontics. *Brazilian dental journal*. 2023;34(4):1-33. <https://doi.org/10.1590/0103-6440202305577>
7. Boutsikoukis C., Arias-Moliz M.T. Present status and future directions - irrigants and irrigation methods. *International endodontic journal*. 2022;55(Suppl 3):S88-612. <https://doi.org/10.1111/iej.13739>
8. Блашкова С.Л., Крикун Е.В., Караков К.Г., Блашкова Ю.В., Ванченко Н.Б., Абдулахова Д.А. и др. Влияние диодного лазера на динамику клинических показателей у пациентов с эндо-пародонтальными поражениями. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2020;15(1):125-126. [Blashkova S.L., Krikun E.V., Karakov K.G., Blashkova Ju.V., Vanchenko N.B., Abdulakhova D.A. et al. The effect of a diode laser on the dynamics of the clinical parameters in patients with endo-periodontal lesions. *Medical news of the North Caucasus*. 2020;15(1):125-126. (In Russ.).] <https://doi.org/10.14300/mnnc.2020.15031>
9. Maiti N., Benedicenti S., Henna, Ambesh S., Gudapati S., Mustafa M. et al. Assessment of Efficiency of Diode Laser in Root Canal Disinfection: An Original Research. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*. 2022;14(Suppl 1):S248-S250. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_710_21
10. Toshi, Mayuri S., Prasad M., Raj N., Kedia M.R., Himabindu L. Immediate Response of Diode Laser on the Microbial Load in Subjects with Chronic Periodontitis. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*. 2023;15(Suppl 2):S1195-S1200. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_164_23
11. Hu J., Zhu Y., Deng S., Wang Z., He F. Outcome of root canal treatment using warm vertical compaction with bioceramic and resin-based sealers: A randomised clinical trial. *Australian endodontic journal*. 2023;49 (Suppl 1):170-178. <https://doi.org/10.1111/aej.12713>
12. Николаева Е.А., Гинали Н.В., Николаев А.И., Гусева С.В., Перлина Ж.В., Галанова Т.А. Лабораторное исследование качества заполнения корневых каналов зубов при применении различных методик obturation. *Вестник Смоленской государственной медицинской академии*. 2016;15(3):86-92. [Nikolaeva E.A., Ginali N.V., Nikolaev A.I., Guseva S.V., Perlina Zh.V., Galanova T.A. Laboratory examination of the quality of root canals obturation when using different obturation techniques. *Vestnik of Smolensk State Medical Academy*. 2016;15(3):86-92. (In Russ.).] file:///C:/Users/mokhova_na/USMA/Downloads/2016-03.pdf
13. Блашкова С.Л., Фазылова Ю.В., Алферов Л.В., Хасанов Д.Ш. Выбор тактики лечения пациентов при эндопародонтальных поражениях с первичным поражением пародонта и вторичным вовлечением эндодонта. *Эндодонтия Today*. 2018;16(3):8-12. [Blashkova S.L., Fazylova Yu.V., Alferov L.V., Khasanov D.Sh. The choice of tactics of treatment of patients at the endo periodontal defeats with primary defeat of the parodont and secondary involvement of the endodont. *Endodontics Today*. 2018;16(3):8-12. (In Russ.).] <https://doi.org/10.25636/%20%20PMP2.2018.3.2>
14. Моисеев Д.А., Копецкий И.С., Никольская И.А., Гусева О.Ю., Михайлова Е.Г., Еремин Д.А. и др. Лечение, профилактика и исходы эндопародонтальных поражений: современный взгляд. *Клиническая стоматология*. 2024;26(4):18-28. [Moiseev D.A., Kopetsky I.S., Nikolskaya I.A., Guseva O.Yu., Mikhailova E.G., Eremin D.A. et al. Treatment, prevention and outcomes of end-operodontal lesions: a modern view. *Clinical dentistry*. 2024;26(4):18-28. (In Russ.).] https://doi.org/10.37988/1811-153X_2023_4_18
15. Uğur Aydın Z., Erdönmez D., Ateş M.O., Doğan T. Efficacy of different irrigation activation systems on bacterial extrusion. *Australian endodontic journal*. 2021;47(2):137-142. <https://doi.org/10.1111/aej.12648>
16. Nabeshima C.K., Caballero-Flores H. Vicente E.J., Gavini G., Machado M.E.L. Antibacterial ability of different activated irrigation after root canal preparation: intratubular analyses. *Brazilian dental journal*. 2024;35:e245883. <https://doi.org/10.1590/0103-6440202405883>
17. Kumar N.K., M.A., B. Naik S., Brigit B., V S.G., Manimozhi M. Evaluation of Effect of Laser in Root Canal Disinfection in Pulp Regenerative Therapy: A Systematic Review. *Photobiomodulation, photomedicine, and laser surgery*. 2025;43(2):53-58. <https://doi.org/10.1089/photob.2024.0090>
18. Gulabivala K., Ng Y.L. Factors that affect the outcomes of root canal treatment and retreatment-A reframing of the principles *International endodontic journal*. 2023;56 (Suppl 2):82-115. <https://doi.org/10.1111/iej.13897>
19. Huang Q., Li Z., Lyu P., Zhou X., Fan Y. Current Applications and Future Directions of Lasers in Endodontics: A Narrative Review. *Bioengineering (Basel)*. 2023;10(3):296. <https://doi.org/10.3390/bioengineering10030296>
20. Луцкая И.К. Препарирование корневых каналов как этап реставрирования зуба. *Современная стоматология*. 2022;(4):8-14. [Lutskaia I. Root canal preparation as a stage of tooth restoration. *Sovremennaa stomatologiya*. 2022;(4):8-14. (In Russ.).]
21. Яшнова Н.Б., Пинелис Ю.И., Дутова А.А. Микробный состав пародонтального кармана при хроническом генерализованном пародонтите. *Актуальные проблемы медицины*. 2024;47(1):89-98. [Yashnova N.B., Pinelis Yu.I., Dutova A.A. Microbial composition of the periodontal pocket in chronic generalized periodontitis. *Challenges in modern medicine*. 2024;47(1):89-98. (In Russ.).] <https://doi.org/10.52575/2687-0940-2024-47-1-89-98>
22. Tietmann C., Tezer I., Youssef E., Jepsen S., Jepsen K. Management of Teeth with Grade 3 Endo-Periodontal Lesions by Combined Endodontic and Regenerative Periodontal Therapy. *Journal of clinical medicine*. 2023;13(1):93. <https://doi.org/10.3390/jcm13010093>
23. Rueters M., Kim T.S., Krisam J., El-Sayed S., ElSayed N. Effect of endodontic treatment on periodontal healing of grade 3 endo-periodontal lesions without root damage in periodontally compromised patients-a retrospective pilot study. *Clinical oral investigations*. 2021;25(4):2373-2380. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03560-6>
24. Zhou N., Huang Z., Yu M., Deng S., Fu B., Jin H. Influence of needle working length and root canal curvature on irrigation: a computational fluid dynamics analysis based on a real tooth. *BMC Oral Health*. 2022;22(1):179. <https://doi.org/10.1186/s12903-022-02205-2>
25. Savaris J.M., Isoton J.C., Fluck B.F., Tedesco M., Bortoluzzi E.A., da Fonseca Roberti Garcia L. et al. Comparative Analysis of AH Plus Bond Strength to Root Canal Dentin and Adhesive Interface Quality after Calcium Hydroxide Removal using Different Irrigation Protocols. *Journal of Endodontics*. 2024;50(5):659-666. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2024.02.019>