

Лабораторное исследование качества obturation корневых каналов зубов при применении различных методик медикаментозной обработки корневых каналов

© Амелюхина Ж.Ю.¹, Фурцев Т.В.¹, Зеер Г.М.²

¹«Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого»,
Красноярск, Россия

²«Сибирский федеральный университет», г. Красноярск, Россия

Резюме:

Актуальность. Основывается на том, что с каждым годом увеличивается число пациентов с осложнениями кариеса, кроме того, сложности проведения ряда лечебных манипуляций, зачастую, приводят к различным ошибкам и осложнениям на всех этапах эндодонтического лечения.

Цель. Оценить герметичность obturation корневых каналов зубов в зависимости от выбранной методики антисептической обработки корневых каналов.

Материалы и методы. Изучено 40 зубов, экстрагированных ввиду хронического периодонтита. Все удаленные зубы разделены на 4 равные группы в зависимости от метода антисептической обработки корневых каналов: традиционный протокол с применением 3% NaOCl и 17% раствора ЭДТА; дистиллированная вода и Er, Cr: YSGG с длиной волны 2780 нм на мощности 1 Вт; дистиллированная вода и Er, Cr: YSGG с длиной волны 2780 нм на мощности 1,5 Вт; техника LAI. Все образцы запломбированы гуттаперчей методом непрерывной волны с помощью прибора CalamusDual (DentSplayMaillefer) с использованием эпоксидного силера AN+ (DentSplay). Оценка obturation проводилась с помощью метода сканирующей электронной микроскопии.

Результаты. При обработке лазером Er, Cr: YSGG мощностью 1,5 Вт выявлено наиболее герметичное прилегание материала к стенкам канала, что подтверждается отсутствием пустот между силером и дентином, в отличие от образцов, обработанных с использованием традиционного протокола медикаментозной обработки корневого канала.

Выводы. Включение в комплексную обработку корневого канала лазера Er, Cr: YSGG позволит повысить не только антисептическую обработку корневого канала, но и успешность obturation корневого канала, что значительно уменьшит риск осложнений эндодонтического лечения.

Ключевые слова: антибактериальная обработка корневых каналов, лазер, obturation, электронная микроскопия.

Статья поступила: 18.12.2022; **исправлена:** 20.02.2023; **принята:** 22.02.2023.

Конфликт интересов: Авторы сообщают об отсутствии конфликта интересов.

Благодарности: Финансирование и индивидуальные благодарности для декларирования отсутствуют.

Для цитирования: Амелюхина Ж.Ю., Фурцев Т.В., Зеер Г.М. Лабораторное исследование качества obturation корневых каналов зубов при применении различных методик медикаментозной обработки корневых каналов. Эндодонтия today. 2023; 21(1):4-9. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-4-9

Laboratory study of the quality of root canal obturation in the application of various techniques of medical treatment

© Zhanna Yu. Amelyukhina¹, Taras V. Furtsev¹, Galina M. Zeer²

¹"Krasnoyarsk State Medical University", Krasnoyarsk, Russia

²"Siberian Federal University", Krasnoyarsk, Russia

Abstract:

Relevance. Under study is based on the fact that every year the number of patients with complicated forms of caries increases, in addition, the complexity of a number of treatment manipulations, often leads to various errors and complications at all stages of endodontic treatment.

Aim. To evaluate the tightness of root canal obturation depending on the selected technique of antiseptic treatment of root canals.

Materials and methods. 40 teeth extracted due to chronic periodontitis were studied. All extracted teeth were divided into 4 equal groups depending on the method of antiseptic treatment of root canals: traditional protocol using 3% NaOCl and 17% EDTA solution; distilled water and Er,Cr:YSGG with a wavelength of 2780 nm at 1 W; distilled water and Er,Cr:YSGG with a wavelength of 2780 nm at 1.5 W; LAI technique. All specimens were filled with continuous wave gutta-percha using the Calamus Dual instrument (Dentsply Maillefer) with AH+ epoxy sealer (Dentsply). The obturation was assessed by scanning electron microscopy.

Results. Treatment with 1.5 W Er,Cr:YSGG laser revealed the most hermetic fit of the material to the root canal walls, which is confirmed by the absence of voids between the sealer and dentin, in contrast to the samples treated using the traditional medical protocol for root canal treatment.

Conclusions. The inclusion of the Er,Cr:YSGG laser into the complex root canal treatment will not only increase the antiseptic treatment of the root canal, but also the success of root canal obturation, which will significantly reduce the risk of endodontic treatment complications.

Keywords: antibacterial treatment of root canals, laser, obturation, electron microscopy.

Received: 18.12.2022; **revised:** 20.02.2023; **accepted:** 22.02.2023.

Conflict of interests: The authors declare no conflict of interests.

Acknowledgments: there are no funding and individual acknowledgments to declare.

For citation: Zhanna Yu. Amelyukhina, Taras V. Furtsev, Galina M. Zeer. Laboratory study of the quality of root canal obturation in the application of various techniques of medical treatment. *Endodontics today*. 2023; 21(1):4-9. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-1-4-9.

ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на то, что эндодонтическое лечение зубов является рутинной процедурой врача стоматолога-терапевта, оно сопряжено с рядом трудностей и осложнений, следствием которых может стать неудовлетворительный результат лечения: ухудшение периапикальных изменений, синуситы, парестезии, потеря зуба [1, 2, 4]. Особую роль в повышении эффективности эндодонтического лечения апикального периодонтита ряд авторов отдают антисептической обработке инфицированных корневых каналов с последующей герметизацией всех входных и выходных отверстий [1, 7, 10].

Традиционные способы ирригации не обладают достаточной эффективностью в отношении смазанного слоя и микробной биопленки, особенно в области апекса [6, 11]. Перспективным направлением лечения воспалительных заболеваний периодонта является использование лазерных технологий. Многие авторы считают целесообразным присоединять разные режимы лазера для активации и увеличения проникающей способности ирригантов [3, 4, 5, 7-9]. Включение диодного лазера в комплексное лечение деструктивных форм периодонтита лазера в 2,3 раза эффективнее использования кальций содержащих препаратов [4]. Одним из завершающих этапов эндодонтического лечения является obturation корневых каналов. Изучение качества и эффективности пломбирования корневых каналов с учетом метода антисептической обработки актуальной темой для исследования

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для проведения исследования использовался лазер Er, Cr: YSGG с длиной волны 2780 нм (Waterlase iPlus, Biolase, USA). Изучались человеческие зубы (резцы, клыки, премоляры) в количестве 40 штук, удален-

ные по причине осложненного кариеса. Материалом для исследования служили спилы зубов, предварительно запломбированных с помощью эпоксидного силера AH+ (Dentsply) и гуттаперчи методом непрерывной волны с помощью прибора «CalamusDual» (Dentsply Maillefer). Все зубы подвергались препарированию шаровидным бором, вскрытию и раскрытию полости зуба. Механическая обработка корневых каналов всех зубов проводилась ручными файлами и машинными никель-титановыми файлами ProTaper Universal (Dentsply Sirona Endodontics), корневые каналы обрабатывали минимум до размера ISO 30.06. Зубы были разделены на 4 группы (по 10 зубов каждой) с учетом медикаментозной обработки корневых каналов:

1-я группа – образцы медикаментозно обрабатывали по традиционному протоколу с применением в качестве ирриганта 3% раствор гипохлорита натрия, 17% раствор ЭДТА и пассивной ультразвуковой активации (общий объем растворов составлял 20 мл на каждый канал).

2-я группа – образцы, где в качестве ирриганта использовался только физиологический раствор и канал подвергали обработке лазером на следующих режимах: мощность – 1 Вт, частота – 20 Гц, вода/воздух – 20/20, количество импульсов – 20. tips 200 мкм. Лазерную насадку помещали в канал на глубину 1 мм от рабочей длины и медленными спиралевидными движениями продвигали в корональном направлении в течение 25 сек. Обработку лазером повторяли 4х-кратно, в перерывах орошая канал физиологическим раствором.

3-я группа – образцы, обработанные аналогично второй группе, но изменив мощность лазера Er, Cr: YSGG на 1,5 Вт.

4-я группа – образцы, обработанные по традиционному протоколу, используя в качестве ирриганта 3%

NaOCl и 17% раствор ЭДТА и лазерную активацию ирригантов (LAI). Лазерная активация раствора проводилась при помощи насадки tips 200 мкм, с которой для увеличения боковой энергии диффузии предварительно химически удалено внешнее покрытие. Насадку 4-хкратно по 5 сек при 75мДж, 20Гц, 1,5Вт погружали в корневой канал, не доходя 5 мм до апекса, в перерывах орошая свежей порцией ирриганта.

Пробоподготовка включает изготовление продольных (10 зубов) шлифов корней зубов, обработанных абразивными бумагами с крупностью зерна из карбида кремния 400, 800, 1200, 2000, 2400. Полученные образцы закрепляли электропроводящим клеем на держатель, далее на исследуемую поверхность наносили методом термического распыления электропроводящий слой Au толщиной 20 нм.

Электронно-микроскопические исследования проводены в лаборатории электронной микроскопии Центра коллективного пользования Сибирского федерального университета на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) JEOL JSM 7001F (Япония), укомплектованном энергодисперсионным спектрометром. Морфологию поверхности изучали в режиме вторичных электронов (sei) на увеличениях x400, x1500, x2000. Качественный и количественный элементный анализ поверхностей образцов проводили методом энергодисперсионного микроанализа.

Статистический анализ проводился в программе IBM SPSS Statistics 26. Подчинение данных закону нормального распределения проверялось с помощью критерия Шапиро–Уилка. Описание данных приводится в виде медианы (Me), 1 и 3 квартилей (Q1 и Q3). Для сравнения количественных данных использовался критерий Манна–Уитни. Пороговый уровень значимости для всех указанных критериев принимался равным $\alpha=0,05$. Для решения проблемы множественных сравнений использовалась поправка Шидака. Анализируемые данные представляют собой размер зазора в нм.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Для определения четких границ материалов и дентина использовался метод энергодисперсионного микроанализа, что позволило определить по СЭМ изображениям плотность прилегания силера и гуттаперчи к дентину (см. рис. 1; таблицу 1).

По результатам исследования герметичности obturation было выявлено следующее.

Таблица 1 Элементный состав спектров ХРИ продольного среза корневого канала зуба после пломбирования с маркерами спектров ХРИ, site 5, x1k

Table 1: Elemental composition of CPR spectra of the longitudinal section of the root canal after filling with CPR spectra markers, site 5, x1k

All results in atomic%											
Spectrum	C	O	Na	Mg	Si	P	Ca	Zn	Zr	Ba	W
Spectrum 1	73.41	14.29						12.09		0.22	
Spectrum 2	25.63	32.68	0.59	0.55		13.94	26.60				
Spectrum 3	59.17	16.87			5.20	6.64	8.47	3.65			
Spectrum 4	36.11	36.84					13.06	0.57			13.43
Spectrum 5	47.80	32.38			3.62		2.63	1.08	9.77		2.73

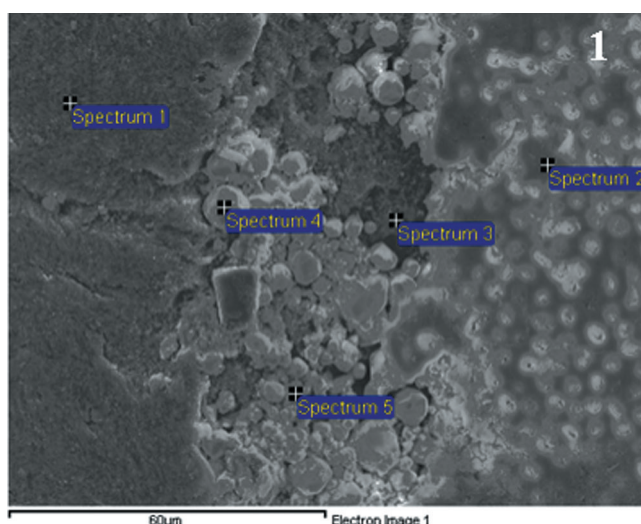


Рис. 1. СЭМ изображение продольного среза корневого канала зуба после пломбирования с маркерами спектров ХРИ, site 5, x1k. Элементный состав гуттаперчи представлен данными спектра 1, дентина – спектра 2, силера – спектров 3, 4, 5.

Fig. 1. SEM image of the longitudinal section of the root canal after filling with markers of spectra CPR, site 5, x1k. Elemental composition of gutta-percha is represented by spectra 1, dentin by spectra 2, siler by spectra 3, 4, 5.

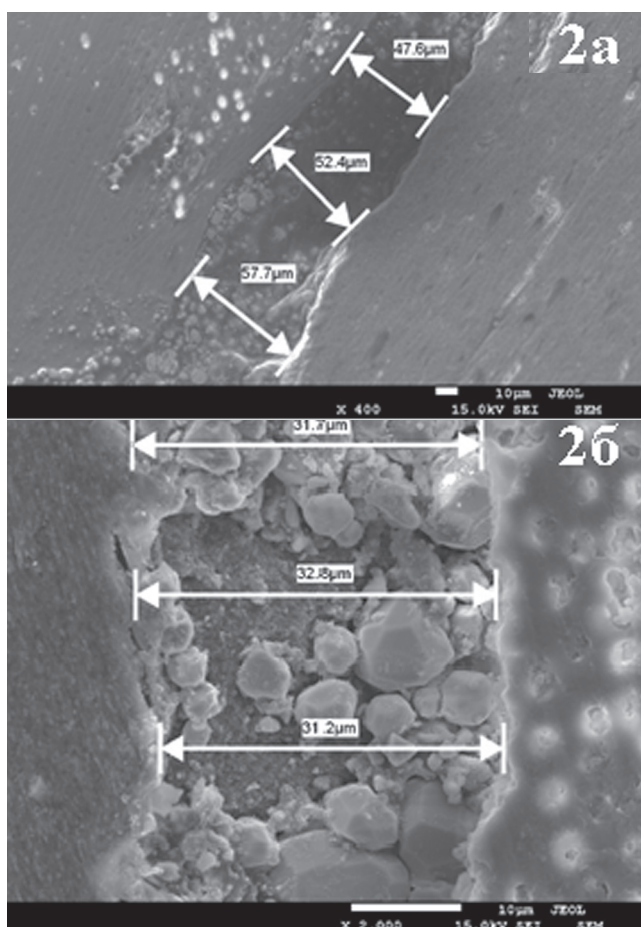


Рис. 2. СЭМ изображение продольного среза корня зуба, запломбированного после традиционной обработки: а – увеличение 400К; б – увеличение 2000К.

Fig. 2. SEM image of the longitudinal section of the root of the tooth, filled after conventional treatment: a – magnification 400K; b – magnification 2000K.

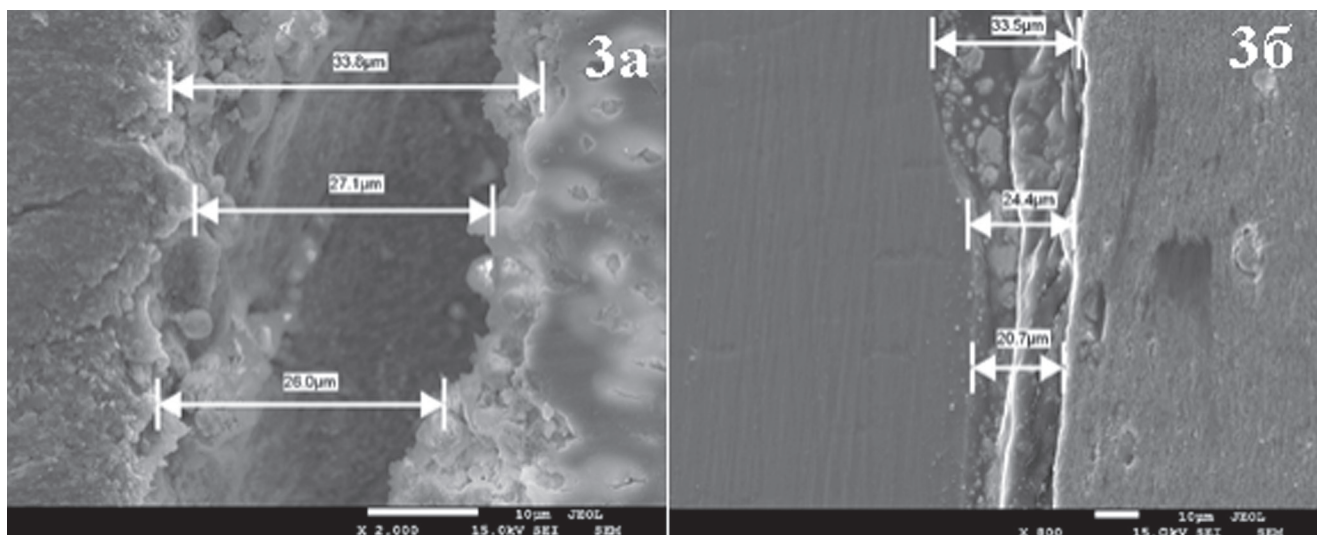


Рис. 3. СЭМ изображение продольного среза корня зуба, запломбированного после обработки Er, Cr:YSGG лазером на мощности 1 Вт: а – увеличение 2000К; б – увеличение 800К.

Fig. 3. SEM image of the longitudinal section of the root of the tooth, filled after treatment with Er, Cr:YSGG laser at a power of 1 W: а – magnification of 2000K; б – magnification of 800K.

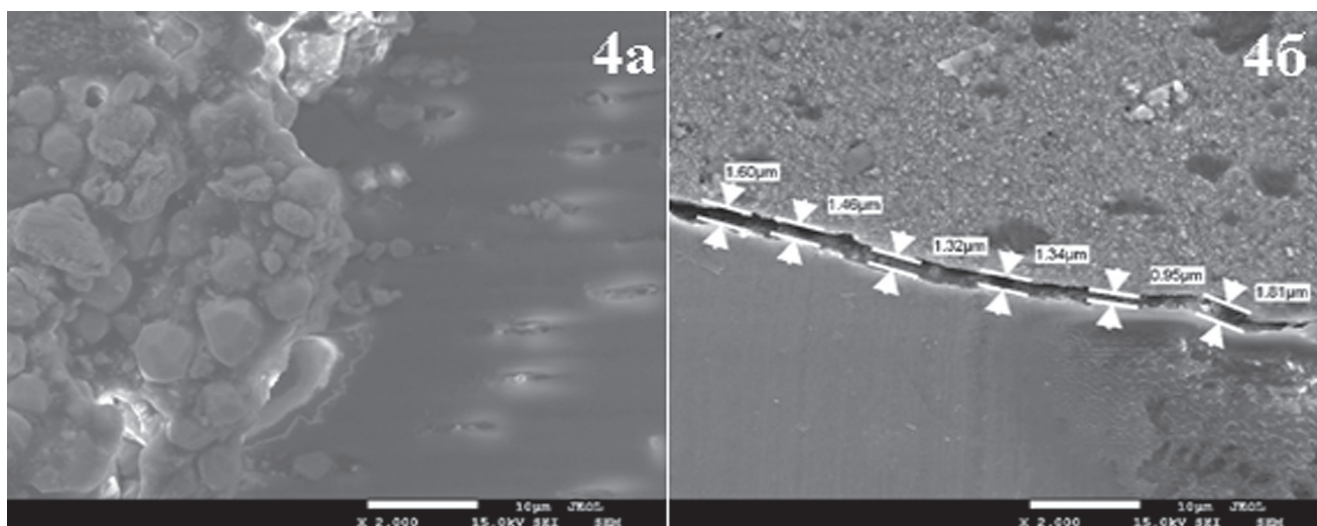


Рис 4. СЭМ изображение продольного среза корня зуба, запломбированного после обработки Er,Cr:YSGG лазером на 1,5: а, б- увеличение 2000К.

Fig. 4. SEM image of a longitudinal section of the root of a tooth filled after treatment with Er,Cr:YSGG laser 1,5: а, б – magnification 2000K.

Исследование шлифов коней зубов, обработанных по традиционному протоколу (1-я группа), выявило пустоты между стенками корня и силером, ширина которых колеблется от 31,2 до 64,1 мкм (рис. 2 а, б).

Изучение поверхностей срезов корней зубов 2-й группы, обработанных лазером на мощности 1 Вт, также выявило не плотное прилегание силера к дентину канала практически на всем протяжении, максимальная ширина которого от 20,7 и достигает 52,4 мкм (см. рис. 3 а, б).

Анализ СЭМ изображений срезов корней зубов 3-й группы, обработанных лазером на мощности 1,5 Вт, показал плотное прилегание силера к дентину канала на всем протяжении. В 1 образце обнаружено единичное нарушение прилегания шириной до 1,81 мкм (см. рис. 4 а, б).

После обработки по технике LAI (4-я группа) исследование поверхностей срезов корней показало плотное прилегание силера к стенкам канала. Обнаружено наличие небольших пустот шириной до 7,92 мкм (см.

рис. 5 а, б). Однако в отличие от метода, включающего обработку только лазером, плотность obturation несколько хуже за счет образования большего количества пустот.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные нами результаты подтверждают мнение об эффективности применения лазера в комплексной обработке корневых каналов [4, 11]. Анализ результатов электронно-микроскопического исследования герметичности obturation корневых каналов продольных шлифов корней зубов показал, что во всех исследуемых группах с применением Er, Cr: YSGG получены данные о более плотном прилегании obturation агента, чем в 1 группе, где обработку проводили по традиционному протоколу, который не достаточно обеспечивает последующую герметичную obturation. Однако, есть мнение что и при применении традиционного протокола медикаментозной обработки корневых каналов очищение внутренней стенки соответствует критериям

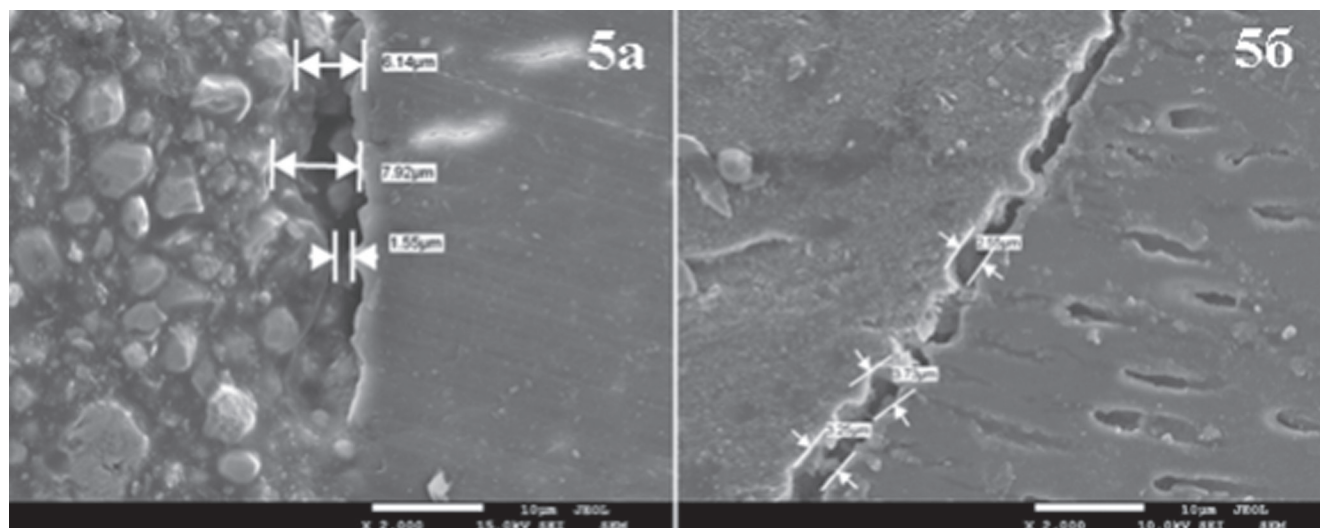


Рис. 5. СЭМ изображение продольного среза корня зуба, запломбированного после обработки техникой LAI: а, б- увеличение 2000К.

Fig. 5. SEM image of a longitudinal section of the root of a tooth filled after treatment with the LAI technique: а, b – 2000K magnification.

подготовки корневого канала к дальнейшей obturation, так как наблюдается большое количество открытых дентинных канальцев с минимальным количеством дентинных опилок на внутренней стенке корневого канала [5].

Во 2 группе (в качестве ирриганта использовался только физиологический раствор и канал подвергали обработке лазером мощностью 1 Вт), наблюдали трещины, закрытые минеральными опилками дентинные канальцы, что соответствует неполному удалению «смазанного» слоя и соответственно приведет к нарушению краевого прилегания силера к стенкам корневого канала.

Наилучшее качество заполнения корневых каналов регистрируется в моделях, где обработка корневого канала проводилась лазером Er, Cr:YSGG с длиной волны 2780 нм. на мощности 1,5 Вт. На основании полученных в ходе лабораторного исследования результатов можно заключить, что данный метод медикаментозной подготовки корневых каналов к obturation эффективнее прочих [3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

- Адамчик А.А., Дорогань В.В., Запорожская-Абрамова Е.С., Таиров В.В., Иващенко В.А., Кириш К.Д., Коровашкин С.А. Ретроспективный анализ качества пломбирования корневых каналов по данным конусно-лучевой компьютерной томографии. *Эндодонтия Today*. 2022;20(2):102-108. <https://doi.org/10.36377/1726-7242-2022-20-2-102-108>
- Бердиева Р.Р., Мамытова А.Б. Анализ ошибок первичного эндодонтического лечения зубов с хроническим периодонтитом. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2020;1-1(91):79-82. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.91.1.016>
- Митронин А.В., Беляева Т.С., Жекова А.А. Лазерные технологии в эндодонтическом лечении хронического апикального периодонтита: сравнительная оценка антибактериальной эффективности. *Эндодонтия Today*. 2016; (2):27-29.
- Наилов О.В., Ронь Г.И. Применение лазерного излучения при лечении деструктивных форм хронического периодонтита у подростков. *Клиническая стоматология*. 2007;1 (41):30-34.
- Орехова Л.Ю., Порхун Т.В., Вашнева В.Ю. и соавт. Сравнительный анализ степени механической очистки стенки корневого канала при использовании различных лазерных систем и фотосенсибилизаторов. *Эндодонтия Today*. – 2018;4:67–69. <https://doi.org/10.25636/PMP.2.2018.4.16>
- Соломонов М. Биопленка как эндодонтическая инфекция. *Клиническая эндодонтия*. 2008;3:31-34.

Техника LAI (4 группа) в лабораторных условиях продемонстрировала достаточно высокую эффективность, но получены несколько худшие результаты (0-11,3 мкм) в сравнении с 3 группой, хотя статистически значимых различий обнаружено не было.

ВЫВОДЫ

Таким образом, на основании проведенного исследования, нами установлено, что наиболее эффективная obturation корневого канала ($p < 0,001$) регистрируется при использовании лазера Er, Cr:YSGG с длиной волны 2780 нм. на мощности 1,5 Вт.

Отсутствие микропространств между стенкой зуба и корневой пломбой предотвращает реинфицирование корневого канала, что позволяет повысить успешность лечения осложненного кариеса. Полученные результаты свидетельствуют о преимуществах данной методики для проведения деконтаминации корневых каналов, что необходимо учитывать при планировании эндодонтического лечения.

- Фурцев Т.В., Казановская А.А., Прудникова С.В. Сравнительные результаты антибактериальной обработки корневых каналов по стандартному протоколу с применением гипохлорита натрия (NaOCl) Ии лазера ER, CR: YSGG длиной волны 2780 НМ. *Российский стоматологический журнал*. – 2018;22(4):184–187.
- Керимова К.Н., Багдасарова И.В., Макеева М.К., Зорян А.В., Магай В.Е., Лежава Н.Л., Маркова А.И. Оптимизация дезинфекции системы корневых каналов с использованием лазера. *Эндодонтия Today*. 2019;17(4):43-45. <https://doi.org/10.36377/1683-2981-2019-17-4-43-45>
- Митронин А.В., Володина Е.В., Апарина Е.А., Ярбабаева Н.С., Митронин В.А. Ерёмин А.И. Использование лазерных биомедицинских технологий в комплексном лечении гиперчувствительности дентина при генерализованной форме пародонтита. *Cathedra-Кафедра. Стоматологическое образование*. – 2021. – №75. – С.30-35
- Gakta-Araujo H, Fontenele RC, Nascimento EHL, Nascimento M d CC, Freitas DQ, de Oliveira-Santos C. Association between the root canal configuration, endodontic treatment technical errors, and periapical hypodensities in molar teeth: a cone-beam computed tomographic study. *Journal of Endodontics*. 2019;45(12):65–71. DOI: 10.1016/j.joen.2019.08.007.
- Ricucci D., Siqueira JF.Jr., Lopes W.S., et al. Extraradicular infection as the cause of persistent symptoms: a case series // *Journal of endodontics*. 2015;41(2):265-273. DOI: 10.1016/j.joen.2014.08.020

REFERENCE

- Adamchik A.A., Dorogan V.V., Zaporozhskaya-Abramova E.S., Tairov V.V., Ivashchenko V.A., Kirsh K.D., Korovashkin S.A. [Retrospective analysis of the quality of root canal filling according to the data of cone-beam computed tomography]. *Endodontics Today*. 2022;20(2). P. 102-108. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/1726-7242-2022-20-2-102-108> (in Russ.)
- Berdieva R.R., Mamytova A.B. [Error analysis of primary endodontic dentistry with chronic periodontitis]. *International Scientific and Research Journal*. 2020; 1-1 (91): P. 79-82. DOI: <https://doi.org/10.23670/IRJ.2020.91.1.016> (in Russ.)
- Mitronin A.V., Belyaeva T.S., Zhekova A.A. [Laser technology in endodontic treatment of chronic apical periodontitis: comparative evaluation of antibacterial efficiency]. *Endodontics Today*. 2016; (2): P. 27-29. (in Russ.)
- Naibov O.V., Ron G.I. [Clinical application of laser emission in treatment of destructive forms of chronic periodontitis in adolescents]. *Clinical dentistry*. 2007; 1(41): P. 30-34. (in Russ.)
- Orekhova L.Yu., Porkhun T.V., Vashneva V.Yu., Rubezhova E.A. [Comparative study of mechanical cleaning degree of the root canal inner wall with application various laser systems and photosensitizers]. *Endodontics Today*. 2018;16(4): P. 67-69. (In Russ.) <https://doi.org/10.25636/PMP.2.2018.4.16> (in Russ.)
- Solomonov M. [Biofilm as an endodontic infection]. *Clinical Endodontics*. 2008. №3. P. 31-34. (in Russ.)
- Furtsev T.V., Kazanovskaya A.A., Prudnikova S.V. [Comparative results of antibacterial processing of the root channels under the standard protocol with use of hypochlorite of sodium (naocl) and the laser Er, Cr: YSGG wave length 2780nm]. *Russian Journal of Dentistry*. – 2018. – T. 22, № 4. P.184–187. (in Russ.)
- Kerimova K.N., Bagdasarova I.V., Makeeva M.K., Zoryan A.V., Magay V.E., Lezhava N.L., Markova A.I. [Optimization of root canal system disinfection using laser]. *Endodontics Today*. 2019;17(4):43-45. (In Russ.) <https://doi.org/10.36377/1683-2981-2019-17-4-43-45>. (in Russ.)
- Mitronin A.V., Volodina E.V., Aparina E.A., Yarbabayeva N.S., Mitronin V.A., Eremin A.I. Ispolzovaniye lazernykh biomeditsinskikh tekhnologiy v kompleksnom lechenii giyerchuvstvitelnosti dentina pri generalizovannoy forme parodontita. *Cathedra-Kafedra. Stomatologicheskoye obrazovaniye*. – 2021. – №75. – S.30-35 (in Russ.)
- Gakta-Araujo H, Fontenele RC, Nascimento EHL, Nascimento M d CC, Freitas DQ, de Oliveira-Santos C. Association between the root canal configuration, endodontic treatment technical errors, and periapical hypodensities in molar teeth: a cone-beam computed tomographic study. *Journal of Endodontics*. 2019; 45 (12): 1465–71. DOI: 10.1016/j.joen.2019.08.007.
- Ricucci D., Siqueira JF.Jr., Lopes W.S., et al. Extraradicular infection as the cause of persistent symptoms: a case series. *Journal of Endodontics*. 2015. Vol. 41, №2. P. 265-273.10.1016/j.joen.2014.08.020

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Фурцев Т.В.¹ – доктор медицинских наук, профессор кафедры ортопедической стоматологии, декан стоматологического факультета, ORCID 0000-0002-5300-9274.

Амелюхина Ж.Ю.¹ – ассистент кафедры ортопедической стоматологии, ORCID 0000-0002-5926-6781.

Зеер Г.М.² – кандидат технических наук, доцент кафедры материаловедения и технологии обработки материалов, Политехнический институт, ORCID 0000-0002-8511-6197.

¹Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Красноярский государственный медицинский университет имени профессора В.Ф. Войно-Ясенецкого» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Россия, 660022, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Партизана Железняка, зд. 1

²Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Сибирский федеральный университет», 660041, Красноярский край, г. Красноярск, пр. Свободный, 79.

AUTHOR INFORMATION:

Taras V. Furtsev¹ – Doctor of Medicine sciences, Professor, Department of Prosthodontic Dentistry, Dean of the Faculty of Dentistry, ORCID 0000-0002-5300-9274.

Zhanna Yu. Amelyukhina¹ – Assistant of the Department of Prosthodontic Dentistry, ORCID ID 0000-0002-5926-6781.

Galina M. Zeer² – Candidate in Technical sciences, Associate Professor at the Department of Materials Science and Technology of Material Processing, Polytechnic Institute, ORCID 0000-0002-8511-6197.

¹"Krasnoyarsk State Medical University»ю 1 Partizan Zheleznyak str., Krasnoyarsk, 660022, Russia

²"Education "Siberian Federal University". 79 Svobodny Ave., Krasnoyarsk, 660041, Russia

ВКЛАД АВТОРОВ:

Амелюхина Ж.Ю. – сбор данных, подготовка статьи, анализ и интерпретация данных.

Фурцев Т.В. – существенный вклад в замысел исследования, окончательное одобрение варианта статьи для опубликования.

Зеер Г.М. – анализ и интерпретация данных.

AUTHOR S CONTRIBUTION.

Zhanna Yu. Amelyukhina – the acquisition of data for the article, drafted the article, analysis and interpretation of data for the article.

Taras V. Furtsev – has made a substantial contribution to the concept of the article, approved the version to be published.

Galina M. Zeer – analysis and interpretation of data for the article.

Координаты для связи с авторами / Correspondent author:

Амелюхина Ж.Ю. / Zh.Yu.Amelukhina, E-mail: ko-kozza@mail.ru