

DOI: 10.18481/2077-7566-20-16-4-20-24
УДК 616.314.18-002.4

СОВРЕМЕННЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭНДОДОНТИИ

Полевая А. В.¹, Борисова Э. Г.^{1,2}, Полевая Л. П.¹

¹ Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, г. Санкт-Петербург, Россия

² Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация

Предмет. Заболевания тканей пульпы характеризуются широкой распространенностью, что позволяет считать качество эндодонтического лечения зубов одной из актуальных проблем современной стоматологии. Качественно проведенное лечение осложненных форм кариеса является профилактикой одонтогенных воспалительных процессов, к которым относятся периодонтит, периостит, остеомиелит, абсцесс и флегмона. Поэтому предлагаются новые средства и методы лечения осложненных форм кариеса, направленные на долговременное сохранение зубов как функциональной единицы зубочелюстной системы.

Цель — анализ современных лазерных технологий в лечении осложненных форм кариеса.

Материалы и методы. Исследование проводили на основе поиска и изучения оригинальных статей по вопросам эндодонтического лечения осложненных форм кариеса с применением лазерного излучения в базах данных: Российская государственная библиотека, eLibrary, PubMed, The Cochrane Library, Google Scholar. Основной отбор материалов осуществлялся по ключевым словам.

Результаты. В обзоре литературы описаны положительные свойства лазерного излучения, механизм его действия, основы применения при эндодонтическом лечении, применение его в различных отраслях стоматологии.

Выводы. Анализируя литературные данные, можно сделать вывод, что применение лазерных технологий в лечении осложненных форм кариеса является перспективным. Возможно достижение качественной очистки системы корневых каналов и лучших отдаленных результатов. Но в литературе недостаточно освещено применение Er, Cr: YSGG лазера с длиной волны 2780 нм при лечении гнойного пульпита и некроза пульпы. Кроме этого, принимая во внимание возможность применения лазеров на терапевтическом приеме, можно значительно повысить профессиональный уровень врача-стоматолога, улучшив качество стоматологической помощи, уменьшив количество осложнений и усовершенствовав профилактику различных стоматологических заболеваний.

Ключевые слова: эндодонтия, осложненные формы кариеса, Er, Cr: YSGG лазер, гнойный пульпит, некроз пульпы, эрбий-хромовый лазер, гелий-неоновый лазер, YAG: Er лазер

Авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Александра Викторовна ПОЛЕВАЯ ORCID ID 0000-0003-4405-6287

Преподаватель кафедры (клиники) общей стоматологии, Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
dr.polevayaalexandra@rambler.ru

Элеонора Геннадиевна БОРИСОВА ORCID ID 0000-0003-2288-9456

Д. м. н., профессор кафедры (клиники) общей стоматологии, Военно-медицинская академия им. С.М. Кирова, профессор кафедры стоматологии, Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург, Россия
pobedaest@mail.ru

Лариса Петровна ПОЛЕВАЯ ORCID ID 0000-0002-1577-1858

Доцент кафедры (клиники) общей стоматологии, Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия
larisa18stom@gmail.com

Адрес для переписки: Полевая Александра Викторовна

Тел.: +7 (921) 9861506

191014, г. Санкт-Петербург, Солдатский переулок д. 1 кв. 12
dr.polevayaalexandra@rambler.ru

Образец цитирования:

Полевая А. В., Борисова Э. Г., Полевая Л. П. Современные лазерные технологии в эндодонтии. Проблемы стоматологии. 2020; 4: 20-24.

© Полевая А. В. и др., 2020

DOI: 10.18481/2077-7566-20-16-4-20-24

Поступила 07.11.2020. Принята к печати 19.12.2020

DOI: 10.18481/2077-7566-20-16-4-20-24

MODERN LASER TECHNOLOGIES IN ENDODONTICS

Polevaya A. V.¹, Borisova E. G.^{1,2}, Polevaya L. P.¹

¹ Military medical Academy n. a S.M. Kirov, Saint Petersburg, Russia

² Saint Petersburg state University, Saint Petersburg, Russia

Annotation

Subject. Pulp tissue diseases are characterized by a wide prevalence, which makes it possible to consider the quality of endodontic dental treatment one of the most urgent problems of modern dentistry. High-quality treatment of complicated forms of caries is the prevention of odontogenic inflammatory processes, which include periodontitis, periostitis, osteomyelitis, abscess and phlegmon. Therefore, new tools and methods of treatment of complicated forms of caries are proposed, aimed at long-term preservation of teeth as a functional unit of the dental system.

Objective: to analyze modern laser technologies in the treatment of complicated forms of caries.

Materials and methods. The study was based on the search and study of original articles on the endodontic treatment of complicated forms of caries using laser radiation in the databases: Russian state library, eLibrary, PubMed, the Cochrane Library, Google Scholar. The main selection of materials was carried out by keywords.

Results. The literature review describes the positive properties of laser radiation, its mechanism of action, the basics of its use in endodontic treatment, and its application in various branches of dentistry.

Conclusions. Analyzing the literature data, we can conclude that the use of laser technologies in the treatment of complicated forms of caries is promising. It is possible to achieve high-quality cleaning of the root canal system and the best long-term results. However, the literature does not sufficiently cover the use of Er, Cr: YSGG laser with a wavelength of 2780 nm in the treatment of purulent pulpitis and pulp necrosis. In addition, taking into account the possibility of using lasers at a therapeutic appointment, it is possible to significantly improve the professional level of a dentist, improving the quality of dental care, reducing the number of complications and preventing various dental diseases.

Keywords: endodontic, complicated forms of caries, Er, Cr: YSGG laser, purulent pulpitis, pulp necrosis, erbium-chromium laser, helium-neon laser, YAG: Er laser

The authors declare no conflict of interest.

Alexandra V. POLEVAYA ORCID ID 0000-0003-4405-6287

lecturer of the Department (clinic) General dentistry, Military medical Academy named after S.M. Kirov, Saint-Petersburg, Russia
dr.polevayaalexandra@rambler.ru

Eleanor G. BORISOVA ORCID ID 0000-0003-2288-9456

Grand PhD in Medical sciences, Professor of the Department (clinic) of General dentistry, S.M. Kirov Military Medical Academy, Professor of the Department of dentistry, Saint-Petersburg state University, Saint-Petersburg, Russia
pobedaest@mail.ru

Larisa P. POLEVAYA ORCID ID 0000-0002-1577-1858

associate Professor of the Department (clinic) of General dentistry, Military medical Academy n. a S.M. Kirov, Saint Petersburg, Russia
larisa18stom@gmail.com

Correspondence address: Alexandra V. POLEVAYA

Phone: +7 (921) 9861506

191014, Saint Petersburg, Soldatsky pereulok 1, 12
dr.polevayaalexandra@rambler.ru

For citation:

Polevaya A. V., Borisova E. G., Polevaya L. P. Modern laser technologies in endodontics. Actual problems in dentistry. 2020; 4: 20-24. (In Russ.)

© Polevaya A. V. et al., 2020

DOI: 10.18481/2077-7566-20-16-4-20-24

Received 07.11.2020. Accepted 19.12.2020

Введение

В последние десятилетия наиболее активно и успешно развивается раздел терапевтической стоматологии, посвященный эндодонтическому лечению, активно внедряется междисциплинарный подход к комплексному стоматологическому лечению. Предлагаются новые средства и методы лечения осложненных форм кариеса, направленные на долговременное сохранение зубов как функциональной единицы зубочелюстной системы.

По данным Стоматологической Ассоциации России от 02 августа 2018 года, в общей структуре оказания стоматологической помощи пациентам в лечебно-профилактических учреждениях болезни пульпы и периапикальных тканей составляют 28-30% от общего числа обращений [7].

По данным Иорданишвили А.К. и соавторов [8], эффективность лечения пульпитов в отдаленном периоде одноканальных зубов составляет 60%, двухканальных 61,54%, многокорневых 59,68%. Малая эффективность лечения осложненных форм кариеса может быть обусловлена целым рядом факторов:

- бактерии в корневом канале могут быть устойчивыми к медикаментозной терапии;
- медикаментозное воздействие на бактерии может быть снижено ввиду анатомических особенностей корневых каналов;
- лечебный эффект от медикаментозного лечения может быть снижен из-за недостаточной экспозиции препаратов в корневом канале;
- бактерии могут изменять свои свойства (гены) после изменения окружающей среды, что помогает им выжить в неблагоприятных условиях [18].

Отсутствие корректного лечения осложненных форм кариеса приводит к осложнениям в виде хронических одонтогенных очагов, вызывающих изменения реактивности организма и являющихся причиной удаления зубов [17]. В научных статьях экспериментального и клинического характера показан положительный эффект применения высокоинтенсивного лазерного излучения при эндодонтическом лечении. Механизм действия лазерного излучения и результат воздействия на корневую дентин зависит от вида лазера и длины его волны [12]. На терапевтическом приеме наиболее востребован диодный лазер с длиной волны 792-1030 нм и эрбиевый лазер с длиной волны 2940 и 2780 нм. Например, Er Cr: YSGG (эрбий, хром: итриево-скандиево-галиевый гранат) с длиной волны 2780 нм, являющийся запатентованной разработкой американской компании Biolase, позволяет эффективно решать задачи практически из любых областей стоматологии с максимальным комфортом для пациента.

Лазерные технологии находят широкое применение в различных отраслях медицины. Обусловлено это наличием положительных свойств лазер-

ного излучения — оно обладает антибактериальным, противовоспалительным действием, уменьшает отёк и напряжение тканей, рецепторную чувствительность, а также стимулирует репаративные процессы в организме [22]. Многие петербургские стоматологи занимались изучением применения лазерного излучения в различных отраслях стоматологии. Профессор Иванов А.С. [9] посвятил немало исследований изучению гелий-неонового лазера в комплексном лечении артритов и артрозов ВНЧС, а также применению лазеров в челюстно-лицевой хирургии. Доктор медицинских наук Гук А.С. [2] клинико-экспериментально обосновал применение импульсных лазеров в стоматологии, а также изучал применение эрбиевого лазера при одонтопрепарировании. Профессор Балин В.Н. [2] занимался излучением гелий-неонового лазера в челюстно-лицевой и пластической хирургии и в стоматологии, доцент Федотов Д.Ю., 2010, экспериментально-клинически обосновал применение параметров YAG: Er лазерного излучения в одонтопрепарировании, описал применение диодного лазерного излучения на мягких тканях полости рта. Орехова Л.Ю. [15] изучала качество очистки системы корневых каналов, применяя различные лазерные системы и фотосенсибилизаторы.

Лазерные технологии применяются в стоматологической практике более 50 лет. В стоматологии применяют лазеры с различными длинами волн: аргонный с длиной волны 488 нм и 514, углекислый CO₂ с длиной волны 10600 нм, диодный с длиной волны 792-1030 нм, неодимовый Nd: YAG (с длиной волны 1064 нм, эрбиевый Er: YAG с длиной волны 2940 нм и эрбийхромовый лазер Er, Cr: YSGG с длиной волны 2780 нм) [26]. Лазеры применяют для обработки твердых тканей (препарирования кариозных полостей, создания доступа к полости зуба, обработки корневых каналов), для проведения хирургии на мягких тканях, лечения височно-нижнечелюстного сустава, отбеливания зубов и т. д. [10].

В эндодонтическом лечении используются фототермические и фотомеханические свойства лазеров, возникающие при взаимодействии различных длин волн и различных параметров тканей, на которые осуществляется воздействие. Это дентин, смазанный слой, опилки, остаточная пульпа и бактерии во всех формах совокупности [6, 28].

Волны всех длин разрушают клеточную стенку благодаря фототермическому эффекту. Из-за особенностей структуры клеточных стенок грамотрицательные бактерии разрушаются легче и при меньших затратах энергии, чем грамположительные. Луч проникает в дентинные стенки на глубину до 1 мм, оказывая обеззараживающее воздействие на глубокие слои дентина. Лазерные лучи среднего инфракрасного диапазона хорошо поглощаются дентинными стенками благодаря наличию в них молекул и, следовательно, оказывают

поверхностный абляционный и обеззараживающий эффект на стенки корневого канала [13].

Лазерное излучение при использовании правильных параметров испаряет смазанный слой и органические структуры дентина (коллагеновые волокна). Только эрбиевые лазеры оказывают поверхностное абляционное действие на дентин, что играет ключевую роль для насыщения водой пространства внутри каналов [29].

При ультракороткой длительности импульса (менее 150 мкс) эрбиевый лазер достигает пиковой мощности, используя минимум энергии (менее 50 мДж). Использование малой энергии сводит к минимуму излишнее абляционное и тепловое воздействие на дентинные стенки, а пиковые мощности приводят к активации молекул воды (целевого хромофора) и обеспечивают фотомеханическое и фотоакустическое (ударные волны) воздействие на дентинные стенки за счет ирригантов, введенных в корневой канал [16].

Научные основы применения лазерного излучения при эндодонтическом лечении:

- отражение лазерного света тканью, когда лазерное излучение, падая на цель, отражается на рядом расположенные объекты;
- поглощение лазерного света тканью с преобразованием его в тепловую энергию. На поглощение влияют длина волны, содержание воды, пигментация и тип ткани;
- рассеивание лазерного света тканью и его повторное излучение в случайном направлении, результатом чего является поглощение лазерного излучения в большем объеме и с меньшим тепловым эффектом. На рассеивание влияет длина волны;
- передача лазерного света через ткани, не обладающие свойством поглощения. Ткани при этом не повреждаются [19].

Современные исследования подтверждают эффективность применения диодных лазеров при лечении осложненных форм кариеса зубов, подтверждая антибактериальное действие и оценивая высокую эффективность в отношении грамотрицательной микрофлоры. К преимуществам применения диодных лазеров относят безопасность, бескровность, ограниченное применение анестетиков [1, 4, 6, 14].

При лечении корневых каналов зубов лазеры применяют с целью улучшения их очистки и дезинфекции. Лазеры ближнего инфракрасного диапазона используются для деконтаминации эндодонтической системы. Диодные и эрбиевые лазеры применяются для дезинфекции корневых каналов, но при их применении возможны термические повреждения периапикальных тканей. Эрбиевые лазеры убирают смазанный слой, но их антимикробное действие ограничено стенками корневого канала. Также эрбиевые лазеры применяют для активации ирригантов, таким образом увеличивая очистку и дезинфекцию корневых каналов и снижая риск теплового повреждения [24].

При современном эндодонтическом лечении чаще остальных применяют диодный, эрбиевый и эрбий-хромовый лазеры. Энергия лазерного излучения эрбиевого лазера имеет высокие показатели поглощения водой, высокий коэффициент поглощения в кристаллах гидроксиапатита, делая эффективным его работу в корневом дентине. Диодный лазер с длиной волны 940 нм обеспечивает хороший гемостаз, что делает более эффективной пульпэктомия. Эти лазеры позволяют убирать смазанный слой, образующийся в ходе механической обработки корневых каналов. Диодный лазер с длиной волны 810 нм и мощностью 0,6 Вт при работе в режиме непрерывного излучения уменьшает количество бактерий на 88,38%, с длиной волны 980 нм сокращает количество бактерий *E. faecalis* на 77-97% при мощности 2,8 Вт. Эффективность антибактериального эффекта диодного лазера зависит от длины волны лазерного излучения и мощности, а также толщины дентина. Но эти лазеры могут привести к негативным последствиям, таким как перегрев окружающих тканей, есть опасность применения их в корневых каналах с трещинами и широким апикальным отверстием [25, 30].

Эрбий-хромовый лазер с длиной волны 2780 нм обладает гидрокинетическим эффектом и применяется в терапевтической стоматологии при лечении заболеваний твердых тканей зубов, в пародонтологии, челюстно-лицевой хирургии [26]. Обладает выраженным бактерицидным действием за счет сочетания термического, механического и фотобиологического действий. Разрушение мембраны бактерии происходит за счет ударной волны, образующейся в жидкой среде под действием лазерного излучения, приводя к испарению клетки. Метаболизм бактериальной клетки блокируется образованием радикалов и синглетного кислорода благодаря фотобиологическому эффекту [11]. Кроме того, происходит удаление смазанного слоя со стенок корневого канала за счет микровзрывов [2, 23].

Лазерное излучение проникает на глубину 1000 мкм корневого дентина, обеспечивая качественную очистку системы каналов от микрофлоры. В частности, эффективность диодного лазера с длиной волны 980 нм достигает 86% на глубине 500 мкм [27]. Глубина проникновения лазерного излучения важна при лечении хронического язвенного пульпита (К. 04.04), некроза пульпы (К04.1), апикальной гранулемы (К. 04.5), так как при этих патологиях пульпы микроорганизмы длительное время присутствуют в корневом канале и глубоко проникают в дентин. Появление эндодонтических световодов позволило применять лазерные технологии в ежедневной практике врача-стоматолога при лечении осложненных форм кариеса намного чаще [20].

Таким образом, анализируя литературные данные, можно сделать вывод, что применение лазерных

технологий в лечении осложненных форм кариеса является перспективным. С их помощью возможно достижение качественной очистки системы корневых каналов и лучших отдаленных результатов. Но в литературе недостаточно освещено применение Er, Cr: YSGG лазера с длиной волны 2780 нм при лечении гнойного пульпита и некроза пульпы. Кроме

этого, принимая во внимание возможность применения лазеров на терапевтическом приеме, можно значительно повысить профессиональный уровень врача-стоматолога, улучшив качество стоматологической помощи, уменьшив количество осложнений и усовершенствовав профилактику различных стоматологических заболеваний.

Список литературы / References

1. Байтус Н. А. Синтетические остеопластические препараты на основе гидроксиапатита в стоматологии. Вестник Витебского государственного медицинского университета. 2014; 13, 3: 29-35. [N. A. Baytus. Synthetic osteoplastic preparations based on hydroxyapatite in dentistry. Vitebsk State Medical University Bulletin. 2014; 13, 3: 29-35. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21996190>
2. Балли В. Н., Гук А. С., Иорданшвили А. К., Кропотов С. П., Кузовкова Т. А., Серебряков В. А., Фролов С. В., Мадай Д. Ю. Эрбиевый лазер с длиной волны 2,69 мкм в одонтопрепарировании. Новое в стоматологии. 1995; 4: 31-32. [V. N. Balin, A. S. Guk, A. K. Iordanishvili, S. P. Kropotov, T. A. Kuzovkova, V. A. Serebryakov, S. V. Frolov, D. Yu. Madai. Erbium laser with a wavelength of 2.69 microns in odontopreparation. New in dentistry. 1995; 4: 31-32. (In Russ.)].
3. Борисова Э. Г., Никитенко В. В., Лунева Ю. А. Результаты оценки противокариозной эффективности диодного света аппарата «Светозар». Здоровье и образование в XXI веке. 2016; 8, 4: 25-29. [E. G. Borisova, V. V. Nikitenko, Yu. A. Luneva. The results of the assessment of the anti-cariogenic efficiency of the diode light of the "Svetozar" apparatus. Health and education in the 21st century. 2016; 8, 4: 25-29. (In Russ.)].
4. Борисова Э. Г., Корецкая И. В. Применение лазеротерапии для коррекции боли при синдроме жжения полости рта. Современные проблемы науки и образования. 2012; 1. [E. G. Borisova, I. V. Koretskaya. Application of laser therapy for pain correction in patients with burning mouth syndrome. Modern problems of science and education. 2012; 1. (In Russ.)]. <http://www.science-education.ru/102>.
5. Борисова Э. Г. Клиническая оценка применения динамической электростимуляции (ДЭНС) и модулированного светодиодного излучения (МСДИ) при болях, возникающих после пломбирования корневых каналов. Клиническая стоматология. 2011; 4: 22-23. [E. G. Borisova. Clinical evaluation of the use of dynamic electrostimulation (DENS) and modulated LED radiation (MSDI) for pain arising after root canal filling. Clinical dentistry. 2011; 4: 22-23. (In Russ.)].
6. Борисова Э. Г., Грига Э. С., Федичкина М. К., Шеенко Л. И. Изучение качества жизни пациентов при осложнениях, возникших после стоматологических вмешательств. Проблемы стоматологии. 2019; 3 (15): 23-27. [E. G. Borisova, E. S. Griga, M. K. Fedichkina, L. I. Sheenko. Study of the quality of life of patients with complications arising after dental interventions. Actual problems in dentistry. 2019; 3 (15): 23-27. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41212340>
7. Вагнер В. Д., Лавренко Е. А., Смирнова Л. Е. Качество заполнения врачами-стоматологами медицинской карты стоматологического больного при болезнях пульпы и периапикальных тканей. Стоматология. 2018; 6: 79. [V. D. Vagner, E. A. Lavrenyuk, L. E. Smirnova. The quality of filling out the medical records of a dental patient with diseases of the pulp and periapical tissues by dentists. Dentistry. 2018; 6: 79. (In Russ.)].
8. Иорданшвили А. К., Салманов И. Б., Сериков А. А. Отдаленные результаты лечения пульпита и периодонтита. Эндодонтия Today. 2016; 14 (4): 32-38. [A. K. Iordanishvili, I. B. Salmanov, A. A. Serikov. Long-term results of treatment of pulpitis and periodontitis. Endodontics Today. 2016; 14 (4): 32-38. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27657710>
9. Иванов А. С. Применение излучения гелий-неонового лазера в комплексном лечении артритов и артрозов височно-нижнечелюстного сустава (экспериментально-клиническое исследование): автореф. дис.... д-ра мед. наук. Ленинград., 1988. [A. S. Ivanov. Application of helium-neon laser radiation in the complex treatment of arthritis and arthrosis of the temporomandibular joint (experimental clinical study): author. dis.... dr. med. sciences. — Leningrad., 1988. (In Russian)].
10. Крихели Н. И., Болашова С. В. Клинический пример использования хром-эрбиевого лазера waterlase iplus при лечении клиновидных дефектов. Проблемы стоматологии. 2019; 3 (15): 19-22. [N. I. Krikheli, S. V. Bolashova. Clinical example of the use of chromium-erbium laser waterlase iplus in the treatment of wedge-shaped defects. Actual problems in dentistry. 2019; 3 (15): 19-22. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41212339>
11. Кодылев А. Г., Шумский А. В. Применение эрбий-хромового лазера в комплексном лечении периодонтита. Эндодонтия today. 2008; 1: 36-40. [A. G. Kodylev, A. V. Shumsky. The use of an erbium-chromium laser in the complex treatment of periodontitis. Endodontics today. 2008; 1: 36-40. (In Russ.)].
12. Гуськов А. В., Зиманков Д. А., Мирнигматова Д. Б., Наумов М. А. Лазерные технологии в терапевтической и ортодонтической стоматологической практике (обзор литературы). Научный альманах. 2015; 9 (11): 945-949. [A. V. Guskov, D. A. Zimankov, D. B. Mirnigmatova, M. A. Naumov. Laser technologies in therapeutic and orthodontic dental practice (literature review). Scientific almanac. 2015; 9 (11): 945-949. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=24844685>
13. Малышева Э. А., Нарбекова Э. Р. Особенности использования лазера в современной стоматологии. Бюллетень медицинских интернет-конференций. 2015; 5, 11: 1296. [E. A. Malysheva, E. R. Narbekova. Features of the use of a laser in modern dentistry. Bulletin of medical Internet conferences. 2015; 5, 11: 1296. (In Russ.)].
14. Орехова Л. Ю., Березкина И. В. Лазерное воздействие в комплексном лечении осложненного кариеса. Эндодонтия today. 2009; 3: 43-46. [L. Yu. Orekhova, I. V. Berezkina. Laser exposure in the complex treatment of complicated caries. Endodontics today. 2009; 3: 43-46. (In Russ.)].
15. Орехова Л. Ю., Порхун Т. В., Вашнева В. Ю., Рубежова Е. А. Сравнительный анализ степени механической очистки стенки корневого канала при использовании различных лазерных систем и фотосенсибилизаторов. Эндодонтия Today. 2018; 16 (4): 67-69. [L. Yu. Orekhova, T. V. Porkhun, V. Yu. Vashneva, E. A. Rubezhova. Comparative analysis of the degree of mechanical cleaning of the root canal wall using various laser systems and photosensitizers. Endodontics Today. 2018; 16 (4): 67-69. (In Russ.)].
16. Роберт А. Конвиссар Лазеры в стоматологии. Фундаментальные основы и клиническая практика. Под науч. ред. Каспарова А. С. Москва: ТАРКОММ. пер. с англ. 2020: 474. [A. Robert. Konvissar Lasers in dentistry. Fundamental foundations and clinical practice. Ed. A. S. Kasparova. Moscow: TARKOMM. per. from English. 2020: 474. (In Russ.)].
17. Робустова Т. Г., Митронин А. В. Хронический апикальный периодонтит, причинно-следственная связь очагов инфекции с сопутствующими заболеваниями. Российский стоматологический журнал. 2007; 4: 13-14. [T. G. Robustova, A. V. Mitronin. Chronic apical periodontitis, causal relationship of foci of infection with concomitant diseases. Russian dental journal. 2007; 4: 13-14. (In Russ.)].
18. Роудз Дж. С. Повторное эндодонтическое лечение: Консервативные и хирургические методы. пер. с англ. М. К. Макеева. Москва: МЕДпресс-информ. 2009: 216. [J. S. Rhodes. Endodontic Retreatment: Conservative and Surgical Techniques. per. from English. M. K. Makeeva. Moscow: MEDpress-inform. 2009: 216. (In Russ.)].
19. Фриго Л., Алмейда-Лопес А. Лазеры в стоматологии. пер. с англ. Дмитриева Л. А. Москва: ГЭОТАР-Медиа. 2018: 424. [L. Frigo, A. Almeida-Lopez. Lasers in dentistry. per. from English Dmitrieva L. A. Moscow: GEOTAR-Media. 2018: 424. (In Russ.)].
20. Шумский А. В., Кочкалева Е. А., Поздний А. Ю. Причины неудач при эндодонтическом лечении. Эндодонтия today. 2003; 4, 3-4: 715. [A. V. Shumsky, E. A. Kochkaleva, A. Yu. Pozdny. Reasons for failures in endodontic treatment. Endodontics today. 2003; 4, 3-4: 715. (In Russ.)].
21. Федотов Д. Ю., Беликов А. В., Ермолаева Л. А. и др. Исследование регенерации слизистой оболочки полости рта после фракционного диодного лазерного воздействия с длиной волны 980 нм. Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2018; 18, 5. [D. Yu. Fedotov, A. V. Belikov, L. A. Ermolaeva et al. Study of the regeneration of the oral mucosa after fractional diode laser exposure with a wavelength of 980 nm. Scientific and technical bulletin of information technologies, mechanics and optics. 2018; 18, 5. (In Russ.)]. DOI: 10.17586/2226-1494-2018-18-5-719-726
22. Юсупова А. Ф., Герасимова Л. П., Усманова И. Н., Гадиллин А. М. Мониторинг состояния микроциркуляции слизистой оболочки в области переходной складки зубов с хроническим апикальным периодонтитом в динамике комплексного эндодонтического лечения. Проблемы стоматологии. 2019; 3 (15): 75-81. [A. F. Yusupova, L. P. Gerasimova, I. N. Usmanova, A. M. Gadiullin. Monitoring of the state of microcirculation of the mucous membrane in the area of the transitional fold of teeth with chronic apical periodontitis in the dynamics of complex endodontic treatment. Actual problems in dentistry. 2019; 3 (15): 75-81. (In Russ.)]. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41212348>
23. Altundasar E., Ozelik B., Cehreliz Z. C., Matsumoto K. Ultramorphological and histochemical changes after ER, Cr: YSGG laser irradiation and two different irrigation regimens // J Endod. — 2006; 32 (5): 465-468.
24. Licata M. E., Albanese A., Campisi G. et al. Effectiveness of a new method of disinfecting the root canal, using Er, Cr: YSGG laser to kill Enterococcus faecalis in an infected tooth model // Lasers Med Sci. — 2015; 30: 707-712.
25. Jose K. A., Ambooken M., Mathew J. J. et al. Management of chronic periodontitis using chlorhexidine chip and diode laser-A clinical study // J. Clin. Diagn. Res. — 2016; 10 (4): ZC76 — ZC80.
26. Dereci Ö., Hatipoğlu M., Sindel A et al. The efficacy of Er, Cr: YSGG laser supported periodontal therapy on the reduction of periodontal disease related oral malodor: a randomized clinical study // Head Face Med. — 2016; 4, 12 (1): 20.
27. Gutknecht N., Franzen R., Schippers M., Lampert F. Bactericidal effect of a 980-nm diode laser in the root canal wall dentin of bovine teeth // Clin Laser Med Surg. — 2004; 22, 1: 9-13.
28. Mohammadi Z., Jafarzadeh H., Shalavi S., Sahebalam R., Kinoshita J.-I. Laser-based Disinfection of the Root Canal System: An Update // J. Contemp Dent Pract. — 2017; 1, 18 (1): 74-77. doi: 10.5005/jp-journals-10024-1993.
29. Moshonov J., Stabholz A., Leopold Y. et al. Lasers in dentistry. Part B. Interaction with biological tissues and the effect on the soft tissues of the oral cavity, the hard tissues of the tooth and the dental pulp // Refuat Hapeh Vehashinayim. — 2001; 18, 3-4: 21-28.
30. Moritz A., Gutknecht N., Goharkhay K., Schoop U., Wernisch J., Sperr W. In vitro irradiation of infected root canals with a diode laser: results of microbiologic, infrared spectrometric, and stain penetration examinations // Quintessence Int. — 1997; 28 (3): 205-209.