

DOI: <https://doi.org/10.17816/dent630711>

Эффективность терапии осложнённых форм кариеса зубов с использованием Er,Cr:YSGG-лазера с длиной волны 2780 нм

А.В. Полевая^{1,2}, А.М. Ковалевский¹, Н.А. Соколович², И.И. Латиф¹, А.Ф. Спесивец¹,
Ф.А. Севрюков³

¹ Военно-медицинская академия имени С.М. Кирова, Санкт-Петербург, Россия;

² Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия;

³ Приволжский исследовательский медицинский университет, Нижний Новгород, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Применение лазерных технологий в лечении осложнённых форм кариеса зубов является перспективным направлением стоматологии. При этом в доступной литературе не достаточно полно освещено применение Er,Cr:YSGG-лазера с длиной волны 2780 нм в лечении гнойного пульпита и некроза пульпы.

Цель. Определить эффективность терапии осложнённых форм кариеса зубов путём использования эрбий-хромового лазера с длиной волны 2780 нм для биомеханической обработки корневых каналов

Материалы и методы. Обследовано 106 пациентов, разделённых на 3 клинические группы. В 1-ю (контрольную) группу вошли 15 пациентов, лечение которых проводилось общепринятым методом. 2-ю группу составили 50 пациентов, которым при втором посещении, непосредственно перед obturацией корневых каналов, производилось их излучение с применением эрбий-хромового лазера. 41 пациента 3-й группы лечили в одно посещение и разделили на две подгруппы: в подгруппе 3-А ($n=18$) облучение корневого канала осуществлялось лазером с заводскими настройками, а подгруппе 3-Б ($n=23$) частота и мощность лазера были увеличены с 20 до 40 Гц и с 1,25 до 1,50 Вт.

Результаты. В 1-й группе до обработки системы корневых каналов зубов хлорсодержащими дезинфектантами высеивались 59 микроорганизмов из всех 17 штаммов. При этом доля высеванных микроорганизмов в каждом штамме составила 6,6–40,0% (среднее значение — 23,1%). После обработки высеваемость *Streptococcus mitis* снизилась с 40,0 до 13,0%, *Streptococcus intermedius* — с 20,0 до 6,6%, *Enterococcus* spp. — с 33,3 до 13,3%, *Candida* spp. — с 33,3 до 20,0%. Во 2-й группе после комплексной биомеханической обработки корневых каналов и применения гидрокинетического лазера из 17 штаммов, высеванных до обработки, не высеивался ни один. Применение в подгруппе 3-А гидрокинетического лазера с длиной волны 2780 нм в режиме заводских настроек (мощность — 1,25 Вт, частота импульсов — 20 Гц, воздух — 10%, вода — off) оставило необезвреженными микроорганизмы из рода *Candida* spp. (5,5%). Сочетанное применение традиционного протокола и гидрокинетического Er,Cr:YSGG-лазера в подгруппе 3-Б позволило добиться полной элиминации микроорганизмов из высеванных до обработки ($p < 0,001$).

Заключение. Лечение гнойного пульпита и некроза пульпы в одно посещение рекомендовано проводить гидрокинетическим Er,Cr:YSGG-лазером с длиной волны 2780 нм с увеличенными параметрами: мощность — 1,5 Вт, частота — 40 Гц, воздух — 35%, вода — 25%.

Ключевые слова: кариес; пульпит; ER,Cr:YSGG-лазер; эндодонтическое лечение; элиминация микрофлоры.

Как цитировать:

Полевая А.В., Ковалевский А.М., Соколович Н.А., Латиф И.И., Спесивец А.Ф., Севрюков Ф.А. Эффективность терапии осложнённых форм кариеса зубов с использованием Er,Cr:YSGG-лазера с длиной волны 2780 нм // Российский стоматологический журнал. 2024. Т. 28, № 2. С. 157–165.

DOI: <https://doi.org/10.17816/dent630711>

DOI: <https://doi.org/10.17816/dent630711>

Effectiveness of therapy of complicated forms of dental caries using an Er,Cr:YSGG laser with a wavelength of 2780 nm

Aleksandra V. Polevaya^{1,2}, Aleksandr M. Kovalevsky¹, Natal'ja A. Sokolovich², Irina I. Latif¹, Aleksandr F. Specivets¹, Fedor A. Sevryukov³

¹ Military Medical Academy named after S.M. Kirov, Saint Petersburg, Russia;

² St Petersburg University, Saint Petersburg, Russia;

³ Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: The use of laser technologies in the treatment of complicated forms of dental caries is promising in dentistry. However, the available literature does not fully cover the use of the Er,Cr:YSGG laser (wavelength: 2780 nm) in the treatment of purulent pulpitis and pulp necrosis.

AIM: To determine the effectiveness of therapy for complicated forms of dental caries using an erbium–chromium laser with a wavelength of 2780 nm for biomechanical treatment of root canals.

MATERIALS AND METHODS: Overall, 106 patients were examined and divided into three groups: group 1 (control), 15 patients whose treatment was performed using a generally accepted method; group 2, 50 patients who were treated with erbium–chromium laser radiation at the second visit, immediately before root canal obturation; and group 3, 41 patients who were treated in one visit and divided into two subgroups. In group 3-A ($n=18$), the root canal was irradiated with a laser with factory settings, and in group 3-B ($n=23$), the frequency and power of the laser were increased from 20 to 40 Hz and from 1.25 to 1.5 Watts, respectively.

RESULTS: In group 1, 59 microorganisms from all 17 strains were seeded before the treatment of the root canal system of teeth with chlorine-containing disinfectants. Moreover, the proportion of seeded microorganisms in each strain was 6.6%–40% (average value: 23.1%). After treatment, the seeding rate of *Streptococcus mitis* decreased from 40% to 13%, *Streptococcus intermedius* from 20% to 6.6%, *Enterococcus spp.* from 33.3% to 13.3%, and *Candida spp.* from 33.3% to 20%. In group 2, after complex biomechanical treatment of root canals and the use of a hydrokinetic laser, none of the 17 strains sown before treatment were observed. The *Candida spp.* (5.5%) were not neutralized due to the use of a hydrokinetic laser with a wavelength of 2780 nm in the factory settings in group 3-A (power, 1.25 W; pulse frequency, 20 Hz; air, 10%; water, off). The combined use of the traditional protocol and hydrokinetic Er,Cr:YSGG laser in group 3B enabled complete elimination of microorganisms from those sown before treatment ($p < 0.001$).

CONCLUSION: Treatment of purulent pulpitis and pulp necrosis in one visit using a hydrokinetic Er,Cr:YSGG laser with a wavelength of 2780 nm with increased parameters (i.e., power, 1.5 W; frequency, 40 Hz; air, 35%; water, 25%) is recommended.

Keywords: caries; pulpitis; ER,CR:YSGG laser; endodontic treatment; microflora elimination.

To cite this article:

Polevaya AV, Kovalevsky AM, Sokolovich NA, Latif II, Specivets AF, Sevryukov FA. Effectiveness of therapy of complicated forms of dental caries using an Er,Cr:YSGG laser with a wavelength of 2780 nm. *Russian Journal of Dentistry*. 2024;28(2):157–165. DOI: <https://doi.org/10.17816/dent630711>

Received: 23.04.2024

Accepted: 03.05.2024

Published online: 28.06.2024

ВВЕДЕНИЕ

Лазерные технологии широко применяются в различных отраслях медицины. Это связано с наличием у лазерного излучения положительных свойств — антибактериального, противовоспалительного. Кроме того, лазерное излучение стимулирует репаративные процессы в организме, способствует уменьшению отёка и напряжения тканей, сокращает рецепторную чувствительность.

В стоматологической практике лазерные технологии применяются более 50 лет. Используют лазеры с различными длинами волн: аргоновый с длиной волны 488 и 514 нм, углекислый (CO₂) с длиной волны 10 600 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 эрбий-хромовый лазер Er,Cr:YSGG (эрбий, хром: иттриево-скандиево-галлиевый гранат) с длиной волны 2780 нм. Лазеры применяют для обработки твёрдых тканей зубов (препарирование кариозных полостей, создание доступа к полости зуба, обработка корневых каналов), для проведения хирургических манипуляций на мягких тканях, отбеливания зубов, терапии заболеваний височно-нижнечелюстного сустава и т.д. [1, 2].

Повсеместное распространение кариеса среди различных групп населения [3–6] и отсутствие корректного лечения его осложнённых форм приводит к развитию осложнений и неблагоприятных исходов [7, 8], формированию хронических одонтогенных очагов [9, 10], которые в свою очередь приводят к изменению реактивности организма и становятся причиной экстракции зубов. Высокий уровень заболеваемости осложнёнными формами кариеса оказывает существенное влияние на систему организации оказания стоматологической помощи населению [11–14]. В последние годы в научной литературе опубликовано значительное количество публикаций, как имеющих экспериментальный характер, так и отражающих результаты клинических исследований [15–17]. Согласно этим публикациям, высокоинтенсивное лазерное излучение эффективно при лечении неосложнённых форм кариеса зубов и его осложнений: возможно достичь качественной очистки системы корневых каналов и лучших отдалённых результатов.

Механизм действия лазерного излучения и ожидаемый результат зависят от ряда факторов, среди которых сам вид лазера, используемая длина волны, режим воздействия на стенки корневого канала. В терапевтическом лечении наиболее востребован диодный лазер, имеющий длину волны 792–1030 нм. К современным, позволяющим эффективно и с максимальным комфортом для пациента решать сложные лечебные задачи практически из любых областей стоматологии, относится эрбий-хромовый лазер с разными длинами волн: 2940 и 2780 нм.

Лазеры применяют при обработке корневых каналов зубов с целью улучшения их очистки и дезинфекции. Лазеры ближнего инфракрасного диапазона используют для деконтаминации эндодонтической системы, диодные

и эрбиевые лазеры — 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. Кроме того, эрбиевые лазеры применяют для активации ирригантов, таким образом увеличивая очистку и дезинфекцию корневых каналов и снижая риск теплового повреждения.

Использование самых современных растворов для ирригации, а также активация их ультразвуком зачастую не позволяют обработать дентинные каналы на достаточную глубину (микробы проникают до 1000 мкм) [18]. Перспективность применения лазерных технологий для дезинфекции корневых каналов в современной эндодонтии подтверждается многими исследователями [19, 20].

Таким образом, клинические и лабораторные данные, полученные при исследовании эффективности и безопасности применения гидрокинетического эрбий-хромового лазера, подтверждают актуальность его использования в эндодонтии при лечении пульпита. Однако в литературе недостаточно освещено применение Er,Cr:YSGG-лазера с длиной волны 2780 нм в лечении гнойного пульпита и некроза пульпы. Данный факт послужил основанием для проведения бактериологического исследования с целью определения бактерицидного и фунгицидного эффекта Er,Cr:YSGG-лазера с длиной волны 2780 нм в сравнении с традиционными ирригантами при лечении гнойного пульпита и некроза пульпы.

Цель исследования — определить эффективность терапии осложнённых форм кариеса зубов путём использования для биомеханической обработки корневых каналов Er,Cr:YSGG-лазера с длиной волны 2780 нм.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 106 пациентов, находившихся на лечении на кафедре общей стоматологии клиники стоматологии Военно-медицинской академии имени С.М. Кирова. 57 пациентам (53,77%) был поставлен диагноз «гнойный пульпит» (K04.02), 49 пациентам (46,23%) — диагноз «некроз пульпы» (K04.1).

Критерии включения пациентов в исследование: подтверждённые диагнозы «гнойный пульпит» (K04.02) и «некроз пульпы» (K04.1) на основании жалоб на самопроизвольные боли почти без «светлых» промежутков, пульсирующего, «стучащего» и «рвущего» характера; на чувство «неловкости» в зубе, наличие неприятного запаха из зуба и приступов боли от горячего; на изменение цвета зуба; а также на основании данных объективного осмотра и дополнительных методов диагностики.

Критерии исключения для всех групп: тяжёлые общесоматические заболевания; добровольный отказ от участия в исследовании; параллельное участие в другом исследовании.

На основании применяемых клинических и лабораторных методов исследования 106 пациентов были разделены на 3 клинические группы.

В 1-ю группу (контрольную) вошли 15 пациентов (7 — с гнойным пульпитом, 8 — с некрозом пульпы). Лечение данной группы лиц проводилось общепринятым методом. В первое посещение выполняли сбор анамнеза и жалоб, заполнение медицинской документации, осмотр полости рта, проведение профессиональной гигиены полости рта, прицельную рентгенографию, электроодонтометрию аппаратом «ПульпЭст» («Геософт Дент», Россия). Для подтверждения корректности показаний пациентов исследование проводили 2–3 раза. Основываясь на полученных данных, делали вывод о жизнеспособности пульпы: на силу тока свыше 80 мкА реагировали зубы с некротизированной пульпой. Далее в первое посещение выполняли местную анестезию с использованием препарата Ультраквин Д-С¹, изолировали зуб от полости рта при помощи коффердама, создавали эндодонтический доступ к корневым каналам зуба, проводили отбор биоматериала для микробиологического исследования. Корневые каналы подвергались механической обработке ручными и машинными инструментами под контролем апекслокатора до размера 040 по ISO. Антибактериальную обработку каналов выполняли с применением эндодонтического шприца растворами Гипохлорана-3, хлоргексидина биглюконата 2%, жидкостью «Здеталь». Эти растворы применяли между сменной эндодонтическими файлами. После ирригации растворами каналы корней зубов промывали дистиллированной водой и производили сушку бумажными штифтами. Для дополнительной дезинфекции системы корневых каналов применяли временную лечебную пасту «Кальсепт» и герметичную цементную пломбу «Глассин рест». Для контроля качества проводили прицельную рентгенографию.

Во второе посещение зуб изолировали при помощи коффердама; снимали временную пломбу; проводили повторную механо-медикаментозную обработку каналов зубов, забор материала для микробиологического исследования эндодонтическими файлами (материалом служила стружка корневого канала из верхушечной 1/3 корневого канала, взятая Н- и К-файлами размера 040 по ISO); obtурировали корневые каналы методом латеральной конденсации гуттаперчи с применением силлера на основе эпоксидной смолы; выполняли реставрацию зуба.

¹ препарат не зарегистрирован в Государственном реестре лекарственных средств РФ.

2-ю группу составили 50 пациентов (25 — с гнойным пульпитом, 25 — с некрозом пульпы), которым проводилось традиционное эндодонтическое лечение в два посещения по той же методике, что и в 1-й группе. Однако во второе посещение непосредственно перед obtурацией корневых каналов зубов их обрабатывали излучением эрбий-хромового лазера (длина волны — 2780 нм) с применением насадок RTF-2, RTF-3, с последующим забором материала для бактериологического исследования. Затем проводили obtурацию корневых каналов зубов и реставрацию коронковой части зуба.

3-я группа в составе 41 пациента (25 — с гнойным пульпитом, 16 — с некрозом пульпы) рандомным образом была разделена на две подгруппы (в зависимости от мощности лазерного излучения). Лечение проводилось в одно посещение. В качестве раствора для ирригации корневых каналов использовали дистиллированную воду. Забор материала для микробиологического исследования осуществляли до обработки и непосредственно перед пломбированием корневых каналов зубов. Перед постоянной obtурацией корневых каналов зубов их обрабатывали излучением гидрокинетического Er,Cr:YSGG-лазера (длина волны — 2780 нм) с применением насадок RTF-2, RTF-3. Затем выполняли obtурацию методом латеральной конденсации гуттаперчи с применением силлера на основе эпоксидной смолы и реставрировали зуб. При этом в подгруппе 3-А (18 пациентов) облучение корневого канала осуществляли лазером с заводскими настройками, а группе 3-Б (23 пациента) его частота и мощность были увеличены с 20 до 40 Гц и с 1,25 до 1,50 Вт соответственно.

Всем 106 пациентам проводили рентгенологическое исследование (прицельную рентгенографию) до начала лечения, во время и после него. Для оценки отдаленных результатов эндодонтического лечения выполняли повторное рентгенологическое исследование через 6 мес.

Применялся протокол эндодонтического лечения с помощью гидрокинетического эрбий-хромового лазера, в котором после расширения и формирования корневого канала до размера файла 35–40 по ISO дезинфекция апикальной и частично (на 2/3) коронарной области начиналась с насадки RTF-2. Насадку устанавливали в наконечник и выбирали настройки (табл. 1). Эта процедура выполнялась с 10% потоком воздуха и без подачи воды. Конец насадки размещали в корневом канале зуба

Таблица 1. Настройки гидрокинетического Er,Cr:YSGG-лазера с длиной волны 2780 нм при дезинфекции корневых каналов

Table 1. Settings hydrokinetic Er,Cr:YSGG-laser with a wavelength of 2780 nm for disinfection of root canals

Группы	Насадка	Мощность, Вт	Частота импульсов, Гц	Воздух, %	Вода
2-я	RTF-2	1,25	20	10	Off
3-А	RTF-3	1,25	20	10	Off
Дезинфекция	RTF-2	1,50	40	35	25%
3-Б	RTF-3	1,50	40	35	25%

на расстоянии 2 мм от апикального сужения, насадку перемещали в корональном направлении со скоростью примерно 1 мм/с. В течение всего процесса перехода от верхушки к корональной области сохранялся контакт насадки с боковой поверхностью стенки канала, насадку перемещали аналогично движениям кисти при покраске. Обработку одного канала насадкой RTF-2 проводили трижды. Для итоговой дезинфекции переходили к применению насадки RTF-3. Настройки выбирались аналогичные тем, которые использовали для насадки RTF-2. Насадку RTF-3 устанавливали на стыке апикальной и средней трети и перемещали в корональном направлении со скоростью примерно 1 мм/с. При достижении насадкой корональной части её повторно вводили в канал и повторяли обработку 3 раза.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 1-й клинической группе до обработки системы корневых каналов зубов хлорсодержащими дезинфектантами высевались 59 микроорганизмов из всех 17 штаммов. При этом доля высеянных микроорганизмов в каждом штамме составила 6,6–40,0% (среднее значение — 23,1%). К высеваемым после обработки канала штаммам относятся: *Streptococcus mitis*, *Streptococcus intermedius*, *Enterococcus* spp., *Candida* spp. и *Corinebacterium*. Частота высеваемости микроорганизмов снизилась: *S. mitis* — с 40,0 до 13,0%, *S. intermedius* — с 20,0 до 6,6%, *Enterococcus* spp. — с 33,3 до 13,3%, *Candida* spp. — с 33,3 до 20,0%.

Во 2-й клинической группе при применении традиционных методов биомеханической обработки корневых каналов и гидрокинетического лазера до обработки системы корневых каналов зубов высевались 149 микроорганизмов из 17 штаммов. Доля высеянных микроорганизмов в каждом штамме составила 6–38%. После комплексной биомеханической обработки корневых каналов и применения гидрокинетического лазера (длина волны — 2780 нм) из 17 штаммов, высеянных до обработки, ни один микроорганизм ни одного штамма не высевался (табл. 2).

Из анализа данных, представленных в табл. 2, следует, что все высеянные после обработки корневых каналов зубов микроорганизмы в 1-й группе пациентов

были элиминированы у пациентов 2-й группы. В процессе сопоставления эффективности двух методов получены статистически значимые различия при обеззараживании микроорганизмов из группы *Candida* spp. ($p < 0,05$).

Применение гидрокинетического лазера с заводскими настройками для обработки системы корневых каналов зубов в клинической подгруппе 3-А показало самостоятельный очевидный дезинфицирующий эффект, тем не менее он оказался статистически не значим по сравнению со стандартным методом (1-я группа) ($p > 0,05$). Это объясняется крайне низкой высеваемостью бактерий каждого отдельного штамма, которые выжили в заданных условиях. Вместе с тем дезинфицирующий эффект применения гидрокинетического эрбий-хромового лазера по сравнению с традиционным биомеханическим методом статистически значимо выше при сопоставлении доли высеваемости всех микроорганизмов до и после биомеханической обработки системы корневых каналов зубов — из 53 микроорганизмов выжил только 1. Относительная частота возможных случаев высевания патогенных штаммов равняется 1,9%, 95% доверительный интервал вероятности выживания микроорганизмов находится в интервале 0,1–7,2%. Различия статистически значимы при $p < 0,001$ (табл. 3).

Из анализа данных, представленных в табл. 3, следует, что был выявлен высокий дезинфицирующий эффект применения гидрокинетического Er,Cr:YSGG-лазера с длиной волны 2780 нм для обработки системы корневых каналов зубов. Во всех случаях, кроме одного, определён эффект полного подавления микрофлоры.

Применение для дезинфекции системы корневых каналов зубов гидрокинетического лазера с длиной волны 2780 нм в режиме заводских настроек (мощность — 1,25 Вт, частота импульсов — 20 Гц, воздух — 10%, вода — off) всё же оставило необезвреженными микроорганизмы из рода *Candida* spp. в минимальной доле (5,5%). Это обстоятельство, несмотря на, казалось бы, такие хорошие результаты, не в полной мере удовлетворяет современным требованиям максимальной дезинфекции системы корневых каналов зубов. Для увеличения дезинфицирующей активности лазерной обработки системы корневых каналов зубов заводские настройки гидрокинетического лазера с длиной волны 2780 нм были изменены в сторону

Таблица 2. Частота высеваемости микроорганизмов после эндодонтического лечения в первой и второй группах, %
Table 2. The frequency of germination of microorganisms after endodontic treatment in the first and second groups (%)

Микрофлора	Частота высеваемости микроорганизмов (1-я группа)	Частота высеваемости микроорганизмов (2-я группа)	p
<i>Streptococcus mitis</i>	13,3±8,7	0	>0,05
<i>Streptococcus intermedius</i>	6,6±6,6	0	>0,05
<i>Enterococcus</i> spp.	13,0±9,0	0	>0,05
<i>Candida</i> spp.	20,0±10,3	0	<0,05
<i>Corinebacterium</i>	6,6±6,5	0	>0,05

Таблица 3. Сравнение частоты высеваемости микроорганизмов 1-й группы и подгруппы 3-А после дезинфекции корневых каналов зубов, %

Table 3. Comparison of the frequency of germination of microorganisms in the 1st group and 3rd subgroup after disinfection of the root canals of teeth (%)

Микрофлора	Частота высеваемости микроорганизмов (1-я группа)	Частота высеваемости микроорганизмов (3-А группа)	p
<i>Streptococcus mitis</i>	13,0±9,0	0	>0,05
<i>Streptococcus intermedius</i>	6,6±6,6	0	>0,05
<i>Enterococcus</i> spp.	13,0±9,0	0	>0,05
<i>Candida</i> spp.	20,0±10,0	5,5±5,4	>0,05
<i>Corinebacterium</i>	6,6±6,6	0	>0,05

увеличения мощности генерируемого луча (мощность — 1,5 Вт, частота — 40 Гц, воздух — 35%, вода — 25%). Частота луча лазера была увеличена в 2 раза, за счёт чего энергетическое воздействие на микроорганизмы увеличилось в 4 раза, повышение значений воздуха и добавление воды позволили увеличить гидрокинетический эффект. После применения метода облучения лучом гидрокинетического лазера с длиной волны 2780 нм с увеличенными параметрами удалось достигнуть полной деконтаминации микроорганизмов, в частности грибов рода *Candida*. Статистической значимости различий добиться не удалось опять-таки ввиду малых величин высеваемости микроорганизмов группы *Candida* spp. Увеличение мощности излучения лазера по отношению к заводским настройкам для дезинфекции системы корневых каналов привело к полному уничтожению в них микроорганизмов.

Сочетанное применение традиционного протокола и гидрокинетического Er,Cr:YSGG-лазера позволило добиться полной элиминации микроорганизмов из высеванных до обработки ($p < 0,001$). При анализе эффективности традиционного метода эндодонтического лечения доля выживших микроорганизмов из числа высеванных

до обработки каналов составила $46 \pm 10\%$. При использовании гидрокинетического эрбий-хромового лазера с заводскими настройками действие лазера оказалось неэффективным в отношении грибов *Candida* spp., доля выживших микроорганизмов этого штамма составила $11,1 \pm 10,5\%$ ($p < 0,001$) (рис. 1).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведённых нами исследований доказывают эффективность применения гидрокинетического эрбий-хромового лазера для антибактериальной обработки корневых каналов. Данный метод является полноценной альтернативой традиционным методам эндодонтического лечения. При его использовании снижается количество применяемых внутриканальных паст и ирригационных растворов, назначенных системных препаратов.

При лечении пациентов с диагнозами «гнойный пульпит» и «некроз пульпы» с выраженным уровнем боли при накусывании на зуб рекомендовано сочетание применения традиционного протокола и гидрокинетического Er,Cr:YSGG-лазера с длиной волны 2780 нм в режиме

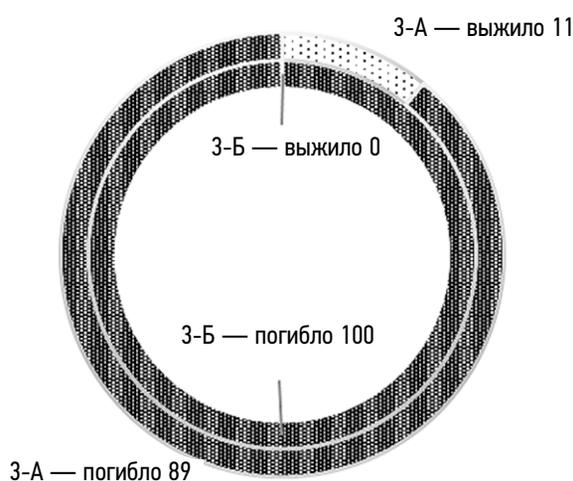


Рис. 1. Доля выживших после обработки грибов *Candida* spp. из числа высеванных до обработки в подгруппах 3-А и 3-Б, %

Fig. 1. The proportion of survivors after treatment of *Candida* spp. fungi from the number sown before processing in subgroups 3-A and 3-B (%).

заводских настроек: мощность — 1,25 Вт, частота импульсов — 20 Гц, воздух — 10%, вода — off.

Лечение гнойного пульпита и некроза пульпы в одно посещение рекомендовано проводить гидрокинетическим Er,Cr:YSGG-лазером с длиной волны 2780 нм с увеличенными параметрами: мощность — 1,5 Вт, частота — 40 Гц, воздух — 35%, вода — 25%.

Выявлено, что эндодонтическое лечение при помощи гидрокинетического эрбий-хромового лазера, имеющего длину волны 2780 нм, позволяет инициировать более быструю реабилитацию пациентов.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию

перед публикацией. Наибольший вклад распределён следующим образом: А.В. Полевая — проведение исследования, написание статьи, анализ данных; А.М. Ковалевский, Н.А. Соколович — обзор литературы, написание текста статьи; И.И. Латиф — статистическая обработка данных, написание текста; А.Ф. Спесивец, Ф.А. Севрюков — разработка общей концепции, оформление статьи.

ADDITIONAL INFORMATION

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Authors' contribution. All the authors made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication. Contribution of each author: A.V. Polevaya — conducting research, writing an article, data analysis; A.M. Kovalevsky, N.A. Sokolovich — literature review, writing the text of the article; I.I. Latif — statistical data processing, writing the text; A.F. Specivets, F.A. Sevryukov — development of a general concept, design of the article.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mizutani K., Aoki A., Coluzzi D., et al. Lasers in minimally invasive periodontal and peri-implant therapy // *Periodontol* 2000. 2016. Vol. 71, N 1. P. 185–212. doi: 10.1111/prd.12123
2. Солдатов И.К., Журавлева Л.Н., Тегза Н.В., и др. Наукометрический анализ диссертационных работ по детской стоматологии в Российской Федерации // *Российский стоматологический журнал*. 2023. Т. 27, № 6. С. 571–580. EDN: QINWXB doi: 10.17816/dent624942
3. Сиващенко П.П., Иванов В.В., Борисов Д.Н., Барановский А.М. Основные показатели состояния здоровья военнослужащих женщин в 2008–2013 гг. // *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2015. № 3. С. 166–172. EDN: VSTVCD
4. Севрюков Ф.А., Малинина О.Ю., Елина Ю.А. Особенности заболеваемости населения Нижегородской области, Приволжского федерального округа и Российской Федерации болезнями мочеполовой системы и предстательной железы // *Социальные аспекты здоровья населения*. 2011. № 6. С. 8. EDN: OPGNQF
5. Кадыров З.А., Фаниев М.В., Прокопьев Я.В., и др. Репродуктивное здоровье населения России как ключевой фактор демографической динамики // *Вестник современной клинической медицины*. 2022. Т. 15, № 5. С. 100–106. EDN: FPJIAU doi: 10.20969/VSKM.2022.15(5).100-106
6. Аполихин О.И., Севрюков Ф.А., Сорокин Д.А., и др. Состояние и прогнозы заболеваемости взрослого населения Нижегородской области болезнями мочеполовой системы // *Экспериментальная и клиническая урология*. 2012. № 4. С. 4–7. EDN: PLNQQD
7. Поваров Ю.В., Дворянчиков В.В. Рациональная антибиотикотерапия в лечении острых и хронических синуситов // *Российская ринология*. 1994. № 2. С. 49. EDN: IBQODL
8. Серговец А.А., Левин В.И., Борисов Д.Н. Современная функциональная диагностика и искусственный интеллект // *Военно-медицинский журнал*. 2020. Т. 341, № 2. С. 40–45. EDN: VZVUBH
9. Дворянчиков В.В., Гребнев Г.А., Исаченко В.С., Шафигуллин А.В. Одонтогенный верхнечелюстной синусит: современное состояние проблемы // *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2018. № 4. С. 169–173. EDN: YOIRQL
10. Дворянчиков В.В., Гребнев Г.А., Балин В.В., Шафигуллин А.В. Комплексное лечение одонтогенного верхнечелюстного синусита // *Клиническая стоматология*. 2019. № 2. С. 65–67. EDN: SEBCAP doi: 10.37988/1811-153X_2019_2_65
11. Русев И.Т., Карайланов М.Г., Федоткина С.А., и др. Оценка эффективности военно-медицинских организаций, оказывающих первичную медико-санитарную помощь // *Военно-медицинский журнал*. 2018. Т. 339, № 2. С. 4–10. EDN: YWMQAY
12. Карайланов М.Г., Русев И.Т., Прокин И.Г., и др. Рациональное использование стационарозамещающих технологий при оказании первичной медико-санитарной помощи // *Вестник Российской Военно-медицинской академии*. 2016. № 4. С. 152–157. EDN: XHUBRV
13. Русев И.Т., Карайланов М.Г., Федоткина С.А., и др. Стационарозамещающие технологии в военно-медицинских организациях // *Военно-медицинский журнал*. 2019. Т. 340, № 10. С. 14–21. EDN: JBBVUG
14. Севрюков Ф.А., Малинина О.Ю. Новые организационные технологии оказания медицинской помощи больным с доброкачественной гиперплазией предстательной железы // *Социальные аспекты здоровья населения*. 2012. № 1. С. 5. EDN: OVYASH
15. 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. С. 27–29. EDN: WWYUVP
16. 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. № 4. С. 67–69. EDN: VVTUEC doi: 10.25636/PMP.2.2018.4.16

17. Рабинович И.М., Бабиченко И.И., Васильев А.В., и др. Изучение структуры стенки корневых каналов зубов после фотодинамического воздействия // Стоматология. 2018. Т. 97, № 1. С. 16–21. EDN: YPCDMK doi: 10.17116/stomat201897116-21

18. Шумилов Б.П., Биштова И.С., Хренов Д.Е., и др. Клинико-лабораторные параллели структуры никельтитановых эндодонтических инструментов и их клинической эффективности // При-

кладные информационные аспекты медицины. 2021. Т. 24, № 1. С. 35–44. EDN: OWDECF

19. Yuanita T, Zubaidah N, Kunarti S. Expression of osteoprotegrin and osteoclast level in chronic apical periodontitis induced with east java propolis extract // Iran Endod J. 2018. Vol. 13, N 1. P. 42–46. doi: 10.22037/iej.v13i1.18781

20. 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. Vol. 10, N 4. P. ZC76–ZC80. doi: 10.7860/JCDR/2016/13241.7669

REFERENCES

1. Mizutani K, Aoki A, Coluzzi D, et al. Lasers in minimally invasive periodontal and peri-implant therapy Lasers in minimally invasive periodontal and peri-implant therapy. *Periodontol 2000*. 2016;71(1):185–212. doi: 10.1111/prd.12123

2. Soldatov IK, Zhuravleva LN, Tegza NV, et al. Scientometric analysis of dissertations on pediatric dentistry in the Russian Federation. *Russian Journal of Dentistry*. 2023;27(6):571–580. EDN: QINWXB doi: 10.17816/dent624942

3. Sivashchenko PP, Ivanov VV, Borisov DN, Baranovsky AM. Basic indices of service women disease incidence in 2008–2013. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2015;(3):166–172. EDN: VSTVCD

4. Sevryukov FA, Malinina OYu, Elina YuA. Peculiarities of morbidity among the population of the Nizhny Novgorod region, the Volga Federal District and the Russian Federation, in the Privolzhsky (Volga) Federal district, and in the Nizhni Novgorod region. *Social Aspects of Population Health*. 2011;(6):8. EDN: OPGNQF

5. Kadyrov ZA, Faniev MV, Prokopyev YaV. Reproductive health of the Russian population as a key factor in demographic dynamics. *The Bulletin of Contemporary Clinical Medicine*. 2022;15(5):100–106. EDN: FPJIAU doi: 10.20969/VSKM.2022.15(5).100-106

6. Apolikhin OI, Sevryukov FA, Sorokin DA, et al. State and prognosis of the urogenital diseases morbidity in the adults of Nizhegorodsky region. *Experimental & Clinical Urology*. 2012;(4):4–7. EDN: PLNQQD

7. Povarov YuV, Dvoryanchikov VV. Rational antibiotic therapy in the treatment of acute and chronic sinusitis. *Russian Rhinology*. 1994;(2):49. (In Russ). EDN: IBQODL

8. Sergoventsev AA, Levin VI, Borisov DN. Modern functional diagnostics and artificial intelligence. *Military Medical Journal*. 2020;341(2):40–45. EDN: VZVUBH

9. Dvoryanchikov VV, Grebnev GA, Isachenko VS, Shafigullin AV. Odontogenic maxillary sinusitis: current state of the problem. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2018;(4):169–173. EDN: YOIRQL

10. Dvoryanchikov VV, Grebnev GA, Balin VV, Shafigullin AV. Complex treatment of odontogenic maxillary sinusitis. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2019;(2):65–67. EDN: SEBCAP doi: 10.37988/1811-153X_2019_2_65

11. Rusev IT, Karailanov MG, Fedotkina SA, et al. Assessment of the effectiveness of military medical organizations providing primary health care. *Military Medical Journal*. 2018;339(2):4–10. EDN: YWMQAY

12. Karailanov MG, Rusev IT, Prokin IG, et al. Efficient use of hospital technology in the provision of primary health care. *Bulletin of the Russian Military Medical Academy*. 2016;(4):152–157. EDN: XHUBRV

13. Rusev IT, Karailanov MG, Fedotkina SA, et al. Hospital substituting technologies in military medical organizations. *Military Medical Journal*. 2019;340(10):14–21. EDN: JBBVUG

14. Sevryukov FA, Malinina OYu. New organizational schemes of providing medical care to patients with benign hyperplasia of the prostate gland. *Social Aspects of Population Health*. 2012;(1):5. EDN: OVYASH

15. Mitronin AV, Belyaeva TS, Zhekova AA. Laser technologies in endodontic treatment of chronic apical periodontitis: comparative assessment of antibacterial effectiveness. *Endodontics Today*. 2016;(2):27–29. (In Russ). EDN: WWYUVP

16. Orekhova LYu, Porkhun TV, Vashneva VYu, Rubezhova EA. Comparative study of mechanical cleaning degree of the root canal inner wall with application various laser systems and photosensitizers. *Endodontics Today*. 2018;(4):67–69. EDN: VVTUEC doi: 10.25636/PMP.2.2018.4.16

17. Rabinovich IM, Babichenko II, Vasiliev AV, et al. Root canals dentinal wall structure after photodynamic exposure. *Stomatology*. 2018;97(1):16–21. EDN: YPCDMK doi: 10.17116/stomat201897116-21

18. Shumilovich BR, Bishtova IS, Khrenov DE, et al. Clinical-laboratory parallels of structure of nickeltitan endodontic instruments and their clinical effectiveness. *Applied and IT Research in Medicine*. 2021;24(1):35–44. EDN: OWDECF

19. Yuanita T, Zubaidah N, Kunarti S. Expression of osteoprotegrin and osteoclast level in chronic apical periodontitis induced with east java propolis extract. *Iran Endod J*. 2018;13(1):42–46. doi: 10.22037/iej.v13i1.18781

20. Jose KA, Ambooken M, Mathew JJ, et al. Management of chronic periodontitis using chlorhexidine chip and diode laser-A clinical study. *J Clin Diagn Res*. 2016;10(4):ZC76–ZC80. doi: 10.7860/JCDR/2016/13241.7669

ОБ АВТОРАХ

* **Полевая Александра Викторовна**, канд. мед. наук;
адрес: Россия, 194044, Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 37;
ORCID: 0000-0003-4405-6287;
eLibrary SPIN: 5257-9596;
e-mail: dr.polevayaalexandra@rambler.ru

AUTORS' INFO

Aleksandra V. Polevaya, MD, Cand. Sci. (Medicine);
address: 37 Akademika Lebedeva street, 194044 Saint Petersburg, Russia;
ORCID: 0000-0003-4405-6287;
eLibrary SPIN: 5257-9596;
e-mail: dr.polevayaalexandra@rambler.ru

Ковалевский Александр Мечиславович, д-р мед. наук, доцент;
ORCID: 0000-0002-0772-0663;
eLibrary SPIN: 6899-4345;
e-mail: endy_taker@mail.ru

Соколович Наталья Александровна, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0003-4545-2994;
eLibrary SPIN: 1017-8210;
e-mail: lun_nat@mail.ru

Латиф Ирина Игоревна;
ORCID: 0000-0002-3224-1365;
eLibrary SPIN: 2687-1219;
e-mail: irina.latif@yandex.ru

Спесивец Александр Фёдорович, канд. мед. наук, доцент;
ORCID: 0000-0002-9101-2458;
eLibrary SPIN: 4949-3683;
e-mail: professoraki@mail.ru

Себряков Федор Анатольевич, д-р мед. наук, профессор;
ORCID: 0000-0001-5120-2620;
eLibrary SPIN: 5508-5724;
e-mail: fedor_sevryukov@mail.ru

Aleksandr M. Kovalevsky, Dr. Sci. (Medicine), Associate Professor;
ORCID: 0000-0002-0772-0663;
eLibrary SPIN: 6899-4345;
e-mail: endy_taker@mail.ru

Natal'ja A. Sokolovich, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0003-4545-2994;
eLibrary SPIN: 1017-8210;
e-mail: lun_nat@mail.ru

Irina I. Latif;
ORCID: 0000-0002-3224-1365;
eLibrary SPIN: 2687-1219;
e-mail: irina.latif@yandex.ru

Aleksandr F. Specivets, MD, Cand. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0002-9101-2458;
eLibrary SPIN: 4949-3683;
e-mail: professoraki@mail.ru

Fedor A. Sevryukov, MD, Dr. Sci. (Medicine), Professor;
ORCID: 0000-0001-5120-2620;
eLibrary SPIN: 5508-5724;
e-mail: fedor_sevryukov@mail.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author