

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2020

Даурова Ф.Ю., Томаева Д.И., Подкопаева С.В., Таптун Ю.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОТИВОМИКРОБНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КОРНЕВЫХ КАНАЛОВ ЗУБОВ

ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», 117198, г. Москва, Российская Федерация

Цель. Исследование противомикробной эффективности термической обработки корневых каналов зубов путем применения в комплексе лечебных мероприятий лазерного излучения и высокочастотной диатермокоагуляции.

Материал и методы. Проведено экспериментальное исследование на 120 удаленных зубах, которые предварительно в течение суток находились в изотоническом растворе хлорида натрия. В зависимости от изучаемого вида воздействия, удаленные зубы были распределены на три группы. Изучены противомикробное действие двух видов высокоэнергетического лазерного излучения и высокочастотной диатермокоагуляции.

Результаты. В ходе эксперимента выявлен высокий противомикробный эффект монополярной диатермокоагуляции с применением переменного тока частотой 2,64 МГц при обработке корневых каналов зубов.

Заключение. Применение диатермокоагуляции повышает эффективность лечебных мероприятий, что способствует снижению количества осложнений и необходимости повторных вмешательств, при лечении осложнений кариеса зубов.

Ключевые слова: микрофлора корневого канала; токи высокой частоты в стоматологии; высокочастотная монополярная диатермокоагуляция; микрофлора корневого канала; эндодонтическое лечение.

Для цитирования: Даурова Ф.Ю., Томаева Д.И., Подкопаева С.В., Таптун Ю.А. Исследование противомикробной эффективности термической обработки корневых каналов зубов. Российский стоматологический журнал. 2020;24(4):202-205. <http://doi.org/10.17816/1728-2802-2020-24-4-202-205>

Daurova F.Yu., Tomaeva D.I., Podkopaeva S.V., Taptun Yu.A.

ANTIBACTERIAL EFFICIENCY OF HEAT TREATMENT ON TEETH ROOT CANALS

Peoples' Friendship University of Russia, 117198, Moscow, Russian Federation

Aim. To determine the antibacterial efficiency of heat treatment on teeth root canals by the application of laser radiation and high-frequency diathermocoagulation in the complex curative measures.

Materials and methods. We conducted 120 experiments on the removed teeth that were first placed for 24 hours in sodium chloride isotonic solution. Depending on the type of influence being studied, remote teeth were up-diffused in three groups. The antibacterial action of the high-energy laser radiation and high-frequency diathermocoagulation were studied.

Results. During the experiment, the high antibacterial effect of monoarctic diathermocoagulation was reduced with the use of alternating current at a frequency of 2,64 Mhz in the treatment of the teeth root canals.

Conclusion. The use of diathermocoagulation increases the effectiveness of the treatment measures, which helps to reduce the number of complications and the need for repeated interventions in the treatment of dental caries complications.

Keywords: microflora of root-canal; currents of high-purity in stomatology; high-frequency monoarctic diathermocoagulation; microflora of root-canal; endodontic.

For citation: Daurova F.Yu., Tomaeva D.I., Podkopaeva S.V., Taptun Yu.A. Research of antibacterial efficiency of heat treatment of root-canals of teeth. Rossiyskii stomatologicheskii zhurnal. 2020;24(4):202-205. <http://doi.org/10.17816/1728-2802-2020-24-4-202-205>

For correspondence: Diana I. Tomaeva, Assistant of the Department of Therapeutic Dentistry, E-mail: tomaevad@inbox.ru

Acknowledgements. The study had no sponsorship.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Received 23.04.2020

Accepted 16.06.2020

Введение

Некачественная антибактериальная обработка корневых каналов зубов приводит к развитию различных осложнений при эндодонтическом лечении [1–4]. С помощью только инструментальной и меди-

каментозной обработки корневых каналов часто удается удалить лишь часть микроорганизмов, в результате чего санация системы корневых каналов становится недостаточной [5, 6]. В связи с этим совершенствование методов антибактериальной обра-

ботки корневых каналов зубов является актуальной проблемой современной стоматологии [7, 8].

К методам, позволяющим повысить качество противомикробной обработки корневых каналов, относятся воздействия, способные вызывать локальное повышение температуры в корневом канале [9]. Современные термические методы, применяемые при эндодонтическом лечении зубов, включают лазерную обработку корневого канала и высокочастотную диатермокоагуляцию [10]. Однако в доступной литературе имеются весьма противоречивые сведения об антибактериальной эффективности и целесообразности проведения данных видов воздействий.

Цель исследования

Исследование противомикробной эффективности термической обработки корневых каналов зубов путем применения в комплексе лечебных мероприятий лазерного излучения и высокочастотной диатермокоагуляции.

Материал и методы

Экспериментально исследованы 120 удаленных зубов, которые предварительно в течение суток находились в изотоническом растворе хлорида натрия. В зависимости от изучаемого вида воздействия, удаленные зубы были распределены на три группы. Для исследования противомикробного эффекта использовали два вида высокоэнергетического лазерного излучения и высокочастотной диатермокоагуляции.

В первой группе проводили воздействие эрбиевым, на основе кристалла иттрий-алюминиевого граната, лазером (Er: YAG лазер). Длина волны лазерного излучения 2940 нм (средний инфракрасный диапазон). В качестве источника данного вида лазерного излучения использовали аппарат Opus Duo (Израиль).

Исследовали два режима воздействия. Первый: энергия в импульсе — 300 мДж, частота — 10 Гц, мощность — 7 Вт. Воздействие проводили 2 раза по 30 сек, одно следом за другим. Второй режим: мощность — 7 Вт, частота — 12 Гц, энергия в импульсе — 850 мДж. Воздействие также проводили дважды, одно следом за другим, по 30 сек.

Во второй группе использовали лазер на основе мощных полупроводниковых светодиодов, позволяющий получить излучение с длиной волны 970 нм (ближний инфракрасный диапазон). Воздействие проводили с помощью аппарата Doctor Smile (Италия).

Применяли два режима воздействия. Первый: мощность 1,0 Вт, «непрерывный импульс», в течение 10 сек. Второй режим: мощность 1,5 Вт, «непрерывный импульс», в течение 20 сек.

Лазерную обработку корневых каналов удаленных зубов с помощью эрбиевого и диодного лазеров проводили с использованием световодов.

Рабочую длину световода устанавливали на 1 мм меньше фактической длины корневого канала. Об-

работку стенок канала проводили спиралеобразными движениями от апекса к устью, постепенно извлекая световод.

В третьей группе обработку корневых каналов зубов проводили с помощью высокочастотной диатермокоагуляции. С этой целью использовали монополярный диатермокоагулятор ДК — 35МС, продуцирующий переменный ток частотой 2,64 МГц.

Диатермокоагуляцию содержимого корневых каналов проводили в двух режимах. Первый: продолжительность импульса (эффект) — 3, мощность — 4 деление шкалы, что соответствует среднему значению излучаемой мощности в 4,1 Вт, продолжительность коагуляции — 3 сек. Второй режим: продолжительность импульса — 4, мощность — 4 деление шкалы, что соответствует среднему значению излучаемой мощности в 5,4 Вт, продолжительность коагуляции — 3 сек.

Диатермокоагуляцию содержимого корневого канала проводили с помощью металлической корневой иглы, вставленной в электрододержатель и введенной в корневой канал на всю ее длину.

Для определения антибактериальной эффективности термических способов обработки корневых каналов зубов в опытах применяли штаммы факультативно анаэробных бактерий, которые были получены из корневых каналов зубов с хроническими формами пульпитов, такие как *Streptococcus sanguinis*, *Streptococcus mutans*, *Enterococcus faecalis*, *Escherichia coli* и дрожжеподобных грибов *Candida albicans*.

Готовую взвесь исследуемого штамма (по оптическому стандарту мутности содержания 10^8 КОЕ/мл) вводили в корневые каналы удаленных и механически обработанных зубов, по 0,5 мл взвеси в каждый. Для лучшей адгезии микроорганизмов проводили 5-минутную экспозицию микробной взвеси в каждом корневом канале с помощью эндодонтического файла.

До и после термической обработки корневого канала осуществляли забор материала для проведения микробиологического исследования следующим образом: в каждый корневой канал на 8–10 сек помещали стерильный бумажный пин, размером № 20, который затем переносили на стерильные чашки Петри с питательными средами и проводили посев по способу Гольда модификации Царева-Мельникова.

Для выращивания стрептококков, энтерококка и кишечной палочки использовали 5% кровяной агар с добавлением гемина и менадиона, для кандиды — среду Сабуро. Посевы анаэробных бактерий помещали в анаэроостаты с бескислородной газовой смесью, содержащей 80% азота, 10% водорода, 10% углекислого газа. Для редукации остатков кислорода использовали палладиевый катализатор.

Полученные результаты регистрировали через неделю инкубации чашек Петри в анаэроостате при температуре 37 °С.

Результаты исследований, полученных с помощью бинокулярной лупы путем подсчета количества

колоний микроорганизмов, проходили обработку методами вариационной статистики с определением средней величины, ее ошибки, критерия Стьюдента для множественных сравнений, используя программы Excel (MS Office). С учетом количества выборки определяли вероятность различий p . Статистически достоверным считали значения $p < 0,05$.

Результаты

Результаты экспериментального исследования по изучению противомикробной эффективности использования различных видов термической обработки корневых каналов зубов представлены в таблицах № 1–5.

Таблица 1

Изменение микробной обсемененности тест-штаммом *Streptococcus sanguis* корневых каналов при использовании различных видов термических воздействий (lg КОЕ/мл)

Вид воздействия	Контроль	I режим	II режим
Эрбиевый лазер	8 ± 0,2	8 ± 0,2	7,6 ± 0,3
Диодный лазер	8 ± 0,2	8 ± 0,2	8 ± 0,2
Диатермокоагуляция	8 ± 0,2	5,2 ± 0,5*	4,1 ± 0,6*

Примечание. * — статистически достоверное снижение микробной обсемененности ($p < 0,05$).

Таблица 2

Изменение микробной обсемененности тест-штаммом *Streptococcus mutans* корневых каналов при использовании различных видов термических воздействий (lg КОЕ/мл)

Вид воздействия	Контроль	I режим	II режим
Эрбиевый лазер	8 ± 0,2	7,9 ± 0,3	7,1 ± 0,5
Диодный лазер	8 ± 0,2	8 ± 0,2	7,8 ± 0,4
Диатермокоагуляция	8 ± 0,2	5 ± 0,4*	4,3 ± 0,5*

Примечание. * — статистически достоверное снижение микробной обсемененности ($p < 0,05$).

Таблица 3

Изменение микробной обсемененности тест-штаммом *Enterococcus faecalis* корневых каналов при использовании различных видов воздействий (lg КОЕ/мл)

Вид воздействия	Контроль	I режим	II режим
Эрбиевый лазер	8 ± 0,2	8 ± 0,2	8 ± 0,2
Диодный лазер	8 ± 0,2	8 ± 0,2	7,8 ± 0,2
Диатермокоагуляция	8 ± 0,2	4,9 ± 0,5*	3,6 ± 0,6*

Примечание. * — статистически достоверное снижение микробной обсемененности ($p < 0,05$).

Таблица 4

Изменение микробной обсемененности тест-штаммом *Candida albicans* корневых каналов при использовании различных видов воздействий (lg КОЕ/мл)

Вид воздействия	Контроль	I режим	II режим
Эрбиевый лазер	8 ± 0,2	7,6 ± 0,4	7,1 ± 0,3
Диодный лазер	8 ± 0,2	7,8 ± 0,2	6,5 ± 0,2
Диатермокоагуляция	8 ± 0,2	4,9 ± 0,5*	3,6 ± 0,6*

Примечание. * — статистически достоверное снижение микробной обсемененности ($p < 0,05$).

Таблица 5

Изменение микробной обсемененности тест-штаммом *Escherichia coli* корневых каналов при использовании различных видов воздействий (lg КОЕ/мл)

Вид воздействия	Контроль	I режим	II режим
Эрбиевый лазер	8 ± 0,2	7,2 ± 0,6	6,7 ± 0,2
Диодный лазер	8 ± 0,2	6,2 ± 0,6	5,3 ± 0,3*
Диатермокоагуляция	8 ± 0,2	4,8 ± 0,4*	3,9 ± 0,5*

Примечание. * — статистически достоверное снижение микробной обсемененности ($p < 0,05$).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в первой и второй группах, где корневые каналы обрабатывали лазерным излучением, полученным от эрбиевого и диодного лазеров, не было выявлено достоверного снижения микробной обсемененности корневых каналов после проведения этих воздействий в отношении абсолютного большинства исследуемых штаммов факультативно анаэробных бактерий и грибов.

Лишь в одном из исследуемых вариантов лазерной обработки корневых каналов было отмечено достоверное снижение количества микроорганизмов. Этот эффект наблюдался в отношении *Escherichia coli* после обработки корневого канала с помощью светодиодного лазера с длиной волны излучения 970 нм во втором режиме воздействия (см. табл. 5).

Таким образом, в результате проведенного экспериментального исследования выраженного антибактериального действия при обработке корневых каналов с помощью эрбиевого (2940 нм) и диодного (970 нм) лазеров обнаружено не было. Это проявилось в том, что после проведения данных воздействий в корневых каналах отсутствовало снижение количества абсолютного большинства исследуемых факультативно анаэробных патогенных бактерий.

В третьей исследуемой группе после применения монополярной высокочастотной диатермокоагуляции с использованием аппарата ДК-35 МС было обнаружено значительное снижение микробной обсемененности корневых каналов всеми имеющимися представителями патогенной микрофлоры, которая была получена из корневых каналов зубов. Таким образом, в результате экспериментального исследования обнаружена высокая противомикробная эффективность монополярной диатермокоагуляции с использованием переменного тока частотой 2,64 МГц при обработке корневых каналов зубов.

Заключение

Низкая эффективность лазерной обработки корневых каналов связана, вероятно, с тем, что лазерное излучение распространяется прямолинейно с торца световода, не создавая достаточного потока мощности на боковых стенках корневого канала. При диатермокоагуляции в качестве электрода используют корневую иглу. Во всех участках, где игла имеет электрический контакт со стенками корневого канала, проходит переменный ток высокой частоты, позво-

ляющий получить повышение температуры не только в точках касания, но и на некоторой глубине, зачисляющей от излучаемой мощности подаваемой на иглу, что дает равномерный прогрев структур зуба и обеспечивает эффективное антибактериальное действие.

Кроме того, при эндодонтическом лечении зубов монополярная диатермокоагуляция позволяет коагулировать содержимое корневого канала, остановить кровотечение, высушить корневой канал, что значительно облегчает дальнейшие эндодонтические манипуляции. Применение диатермокоагуляции повышает эффективность лечебных мероприятий, что способствует снижению количества осложнений и необходимости повторных вмешательств, при лечении осложнений кариеса зубов.

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Даурова Ф.Ю., Волков А.Г., Дикопова Н.Ж., Томаева Д.И., Кодзаева Э.С. Применение монополярной высокочастотной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов. *Российский стоматологический журнал*. 2018;22(2):117–20.
2. Даурова Ф.Ю., Волков А.Г., Дикопова Н.Ж., Томаева Д.И., Арзуканян А.В. Эффективность применения высокочастотной монополярной диатермокоагуляции при лечении хронических форм пульпита. *Эндодонтия Today*. 2019;17(2):36–40. Doi: 10.33925/1683–2981–2019–17–2–36–40.
3. Волков А.Г., Даурова Ф.Ю., Дикопова Н.Ж., Томаева Д.И., Кодзаева Э.С., Арзуканян А.В. Обоснование применения диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении зубов. *Стоматология для всех*. 2018;(4):32–5.
4. Волков А.Г., Дикопова Н.Ж., Шпилко А.Л. Трансканальные воздействия постоянным током и лазером магнитотерапия при лечении зубов с труднопроходимыми корневыми каналами. *Лазерная медицина*. 2011;15(2):101–а.
5. Ефанов О.И., Царев В.Н., Волков А.Г., Николаева Е.Н., Носик А.С., Дикопова Н.Ж. Антибактериальная эффективность различных видов трансканального воздействия постоянным током. *Российский стоматологический журнал*. 2008;(2):38–42.
6. Ефанов О.И., Волков А.Г. Эффективность и перспективы развития трансканальных воздействий постоянным током при лечении зубов с труднопроходимыми корневыми каналами. *Ортодонтия*. 2009;(3):32–7.
7. Ефанов О.И., Царев В.А., Николаева Е.Н., Волков А.Г., Дикопова Н.Ж. Изучение влияния апекс-фореза на микрофлору корневых каналов зубов с помощью полимеразной цепной реакции. *Cathedra — кафедра. Стоматологическое образование*. 2006;5(2):36–40.
8. Ефанов О.И., Царев В.Н., Носик А.С., Волков А.Г., Дикопова Н.Ж. Исследование антибактериальной эффективности апекс-фореза с использованием серебряно-медного электрода *in vitro*. *Российский стоматологический журнал*. 2006;(4):1–6.
9. Ефанов О.И., Царев В.Н., Волков А.Г., Николаева Е.Н., Дикопова Н.Ж., Носик А.С. Оценка антибактериальной эффективности апекс-фореза. *Стоматология*. 2006;85(6):20–3.
10. Томаева Д.И., Даурова Ф.Ю., Дикопова Н.Ж. Определение оптимальных параметров монополярной высокочастотной диатермокоагуляции при эндодонтическом лечении. *Стоматология*. 2019;98(4):4–7. Doi: 10.17116/stomat2019980414.

REFERENCES

1. Daurova FYu, Volkov AG, Dikopova NZh, Tomaeva DI, Kodzaeva ES. Applying high frequency monopolar diathermocoagulation of the endodontic treatment of teeth. *Rossiyskii stomatologicheskii zhurnal*. 2018;22(2):117–20. (in Russian)
2. Daurova FYu, Volkov AG, Dikopova NZh, Tomaeva DI, Arzukanian AV. The effectiveness of high-frequency monopolar diathermocoagulation in the treatment of chronic pulpitis. *Endodontiya Today*. 2019;17(2):36–40. (in Russian) Doi: 10.33925/1683–2981–2019–17–2–36–40.
3. Volkov AG, Daurova FYu, Dikopova NZh, Tomaeva DI, Kodzaeva ES, Arzukanian AV. Diathermocoagulation: substantiation of application in endodontic treatment. *Stomatologiya dlya vseh*. 2018;(4):32–5. (in Russian)
4. Volkov AG, Dikopova NZh, Shpilko AL. Transcanal direct current and laser-magnet therapy for treating teeth with diffi cult root canals. *Lazernaya meditsina*. 2011;15(2):101–a. (in Russian)
5. Yefanov OI, Tsaryov VN, Volkov AG, Nikolayeva YeN, Nosik AS, Dikopova NZh. The antibacterial efficacy of different kinds of transcanal direct current application. *Rossiyskii stomatologicheskii zhurnal*. 2008;(2):38–42. (in Russian)
6. Efanov OI, Volkov AG. Efficiency and prospects of development of transchannel influences by a direct current at treatment of teeth with almost impassable root channels. *Ortodontiya*. 2009;(3):32–7. (in Russian)
7. Efanov OI, Tsarev VA, Nikolaeva EN, Volkov AG, Dikopova NZh. Study of the effect of apex-forest on the microflora of root canals of teeth using polymerase chain reaction. *Cathedra-Kafedra. Stomatologicheskoe obrazovanie*. 2006;5(2):36–40. (in Russian)
8. Yefanov OI, Tsaryov VN, Noshik AS, Volkov AG, Dikopova NZh. In vitro study of the antibacterial activity of apex-phoresis using silver-copper electrode. *Rossiyskii stomatologicheskii zhurnal*. 2006;(4):1–6. (in Russian)
9. Efanov OI, Tsarev VN, Volkov AG, Nikolaeva EN, Dikopova NZh, Noshik AS. Evaluation of the antibacterial effectiveness of apex-forest. *Stomatologiya*. 2006;85(6):20–3. (in Russian)
10. Tomayeva DI, Daurova FYu, Dikopova NZh. Optimal operation modes of high frequency monopolar diathermocoagulation in endodontic treatment. *Stomatologiya*. 2019;98(4):4–7. (in Russian) Doi: 10.17116/stomat2019980414.