

© КОЛЛЕКТИВ АВТОРОВ, 2019

Шугайлов И.А., Максименко А.А., Миргазизов М.З., Глазкова Е.В.

СПЕКТРАЛЬНО-ФЛУОРЕСЦЕНТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКЗОГЕННОЙ ФЛУОРЕСЦЕНЦИИ ТКАНЕЙ ЗУБА ПОСЛЕ ВНУТРИКАНАЛЬНОГО ВВЕДЕНИЯ ПРЕПАРАТА-ФОТОСЕНСИБИЛИЗАТОРА ХЛОРИНОВОГО РЯДА

ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, 125993, Москва, Россия

Целью настоящей работы было изучение распределения препарата-фотосенсибилизатора (ФС) хлоринового ряда в тканях зуба после его внутриканального введения. Исследование было проведено с помощью методики локальной флуоресцентной спектроскопии (ЛФС). Для возбуждения экзогенной флуоресценции фотосенсибилизатора применяли лазерное излучение в синей (408 нм) области видимого спектра. Было показано, что ФС при внутриканальном введении распространяется по всему объему зуба, обладает хорошим проникновением в дентинные каналы.

Ключевые слова: фотодинамическая терапия; фотосенсибилизатор; хронический периодонтит; локальная флуоресцентная спектроскопия; эндодонтия.

Для цитирования: Шугайлов И.А., Максименко А.А., Миргазизов М.З., Глазкова Е.В. Спектрально-флуоресцентные исследования экзогенной флуоресценции тканей зуба после внутриканального введения препарата-фотосенсибилизатора хлоринового ряда. *Российский стоматологический журнал*. 2019; 23 (2): 48-51. <http://dx.doi.org/10.18821/1728-2802-2019-23-2-48-51>

Shugaylov I.A., Maksimenko A.A., Mirgazizov M.Z., Glazkova E.V.

SPECTRAL-FLUORESCENT STUDIES OF EXOGENOUS FLUORESCENCE OF TOOTH TISSUES AFTER INTRACHANNEL ADMINISTRATION OF THE CHLORIN SERIES PHOTSENSITIZER

«Russian medical Academy of continuing professional education» of the Ministry of health of the Russian Federation, 125993, Moscow, Russia

The aim of current work was study of spreading chlorine photosensitizer in tooth tissues after its injection root canal. Study was held with help of local fluorescent spectroscopy method. Laser radiation with 408 nm length was used for stimulation of exogenous fluorescence of photosensitizer. After injection photosensitizer in root canal good spreading in microchannels and the whole volume of tooth was shown.

Key words: photodynamic therapy; photosensitizer; periodontitis; local fluorescent spectroscopy.

For citation: Shugaylov I.A., Maksimenko A.A., Mirgazizov M.Z., Glazkova E.V. Spectral-fluorescent studies of exogenous fluorescence of tooth tissues after intra-channel administration of the chlorin series photosensitizer. *Rossiyskii stomatologicheskii zhurnal*. 2019; 23(2): 48-51. <http://dx.doi.org/10.18821/1728-2802-2019-23-2-48-51>

For correspondence: Shugaylov Igor A., M.D., Professor of dentistry department FBGSI Medical Academy of Continuing Professional Education Ministry of Health Russian Federation.

Acknowledgments. The study had no sponsorship.

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

Received 13.01.2019

Accepted 16.02.2019

Введение

В настоящее время в стоматологии активно внедряются новые высокотехнологичные методики лечения. Одной из таких методик является фотодинамическая терапия (ФДТ) [1]. Данная методика активно и успешно применяется при лечении воспалительных заболеваний пародонта [2]. Суть метода состоит в избирательном повреждении патологических клеток за счет разности накопления фотосенсибилизатора в здоровых клетках и патогенных микроорганизмах с последующим локальным воздействием низкоинтенсивного лазерного излучения и выделением синглетного кислорода [3].

Для корреспонденции: Шугайлов Игорь Александрович, доктор медицинских наук, профессор кафедры стоматологии ФГБОУ ДПО Российской медицинской академии непрерывного профессионального образования Министерства здравоохранения Российской Федерации, E-mail: prof.shugaylov@mail.ru.

В повседневной практике врача-стоматолога часто встречаются хронические периапикальные периодонтиты. Данная патология требует длительного лечения, траты большого количества времени и ресурсов. При этом нет гарантии успешного долговременного результата, особенно при «перелечивании» корневых каналов зуба. Основной проблемой в терапии хронических периодонтитов является борьба с инфекцией в корневых каналах зуба и периапикальных тканях. Традиционные механическая и антимикробная обработки каналов, несомненно, важны, но они затрагивают латеральные каналы и дентинные каналы корня зуба на протяжении не более 100 мкм, а патогенная микрофлора располагается по всей длине этих каналов, что составляет 1000 мкм и более. Кроме того, медикаментозная обработка каналов антисептическими растворами, несмотря на то что они проникают в латеральные каналы, также не обеспечивает полной стерильности канала [4]. Это происходит из-за физического эффекта поверхностного натяжения

жидкости вследствие крайне малого диаметра и конической формы латеральных канальцев корня зуба [5, 6]. В периапикальном воспалительном очаге также находится большое количество патогенных микроорганизмов.

Именно поэтому фотодинамическая терапия может улучшить качество проводимого лечения, так как лазерное излучение способно проникать на всю длину дентинных канальцев, обеспечивая этим более тщательную антисептическую обработку корневого канала, а также обладает выраженным антимикробным эффектом [7–9].

Однако до настоящего времени вопрос эффективности проникновения фотосенсибилизатора в дентинные каналы остается открытым. Решение этой проблемы позволит определить пути дальнейшего

повышения эффективности ФТД при эндодонтическом лечении.

Цель настоящей работы – изучение распределения препарата-фотосенсибилизатора хлоринового ряда в тканях зуба после его внутриканального введения. Исследование проведено с помощью методики локальной флуоресцентной спектроскопии (ЛФС).

Материал и методы

Препарат

В качестве фотосенсибилизатора в данной работе использовали фотосенсибилизатор «РадаДент плюс» в форме жидкости (регистрационное удостоверение №ФСР 2010/08622, ООО «РАДА-ФАРМА», Россия) (рис. 1). Активным веществом «РадаДент плюс» яв-



Рис. 1. Фотосенсибилизатор «Рададент плюс».



Рис. 2. Аппарат для проведения локальной флуоресцентной спектроскопии "Спектр-Кластер"

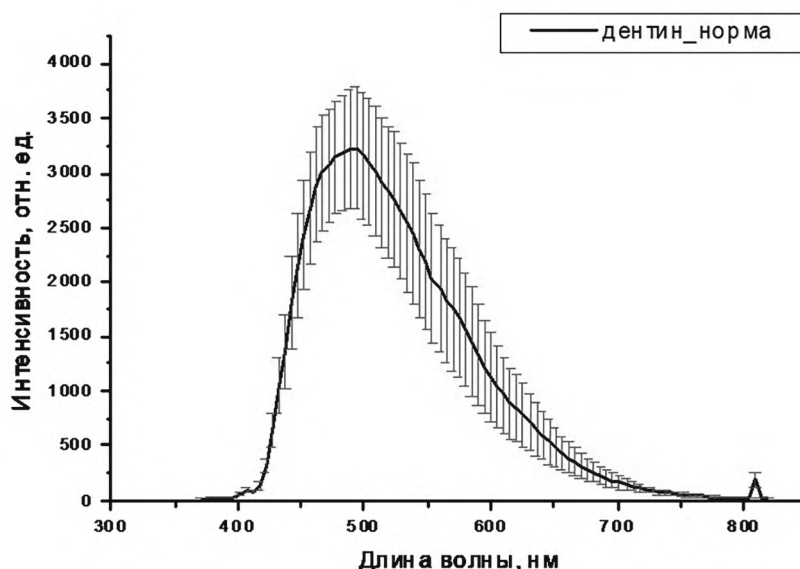


Рис. 3. Спектры лазер-индуцированной флуоресценции.

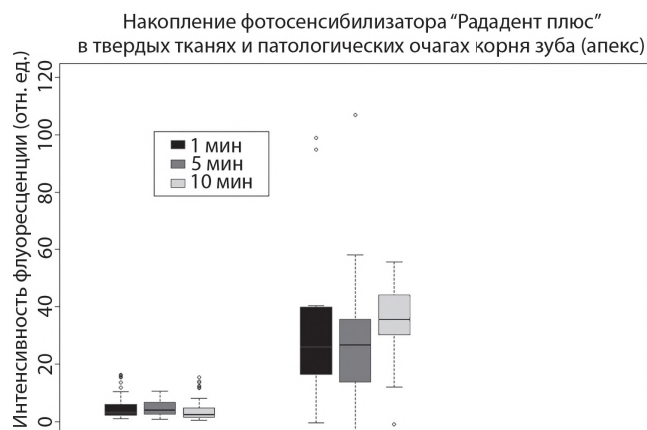


Рис. 4. Накопление фотосенсибилизатора в апикальной трети корня зуба. Контроль аутофлуоресценции слева.

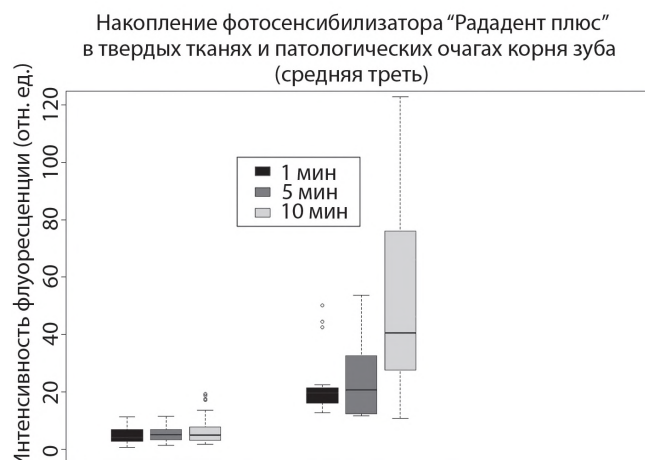


Рис. 4. Накопление фотосенсибилизатора в средней трети корня зуба. Контроль аутофлуоресценции слева.

ляется субстанция «Радахлорин». Субстанция «Радахлорин» представляет собой 7% водный раствор хлоринов, используемый для приготовления различных лекарственных форм, в том числе 0,1% гель и 0,35% раствор «Радахлорина», разработанный для применения в онкологии, а также 1% гель «РадаДент плюс».

Объект исследования

Исследовали удаленные однокорневые и многокорневые зубы, на которых проведено вскрытие и раскрытие полости зуба. Затем была выполнена механическая и медикаментозная обработка корневых каналов инструментами K-Files и Protaper до размера F2 (iso 25 у апекса).

В каждый корневой канал зуба в область верней и средней части канала с помощью инсулинового шприца KD-JECT III вводилось 0,02 мл фотосенсибилизатора. Измерения спектров флуоресценции проводили через 1, 5 и 10 мин после введения. Измерения проводили в 3 точках внешней поверхности в проекциях апикальной и средней частях корневого канала зуба.

Измерения спектров флуоресценции

Для ЛФС применяли компьютеризованную спектрально-флуоресцентную диагностическую установку «Спектр-Кластер» (регистрационный номер РФ № ФСР 2011/10331, ООО «Кластер», Москва) (рис. 2). Спектры флуоресценции тканей зуба измеряли при лазерном возбуждении в синей (408 нм) области спектра. Спектры регистрировали в диапазоне 430 – 750 нм при контакте волоконно-оптического катетера с поверхностью зуба. Измерения проводили в затемненном помещении, зубы размещали на черной бумаге. Спектры измеряли в трех контрольных точках на внешней поверхности корня зуба до введения фотосенсибилизатора (аутофлуоресценция) и после его введения.

Результаты

При возбуждении с длиной волны 405 нм во всех контрольных точках внешней поверхности корня зуба до введения фотосенсибилизатора регистрировалось

интенсивное аутофлуоресцентное излучение с максимумом в области 480–500 нм. Типичные спектры лазер-индуцированной аутофлуоресценции (АФ), измеренные в трех контрольных точках зубного корня, представлены на рис. 3. Можно видеть, что спектры АФ представляют собой широкие полосы излучения с максимумом в области 480–500 нм. Следует отметить, что в спектре АФ, измеренном в апексе, присутствует незначительный пик с максимумом в области 677 нм.

На рис. 4, 5 представлены спектры лазер-индуцированной флуоресценции, измеренные в контрольных точках через 1, 5 и 10 мин после введения в канал раствора фотосенсибилизатора. Можно видеть, что во всех контрольных точках на фоне спектра АФ присутствует пик экзогенной флуоресценции в красной области спектра с максимумом в районе 670–675 нм, который соответствует максимуму флуоресценции фотосенсибилизатора, при этом его амплитуда возрастает со временем после введения. Следует отметить неравномерное распределение экзогенной флуоресценции: наименьшую интенсивность флуоресценции препарата ФС регистрировали в устье канала, которое, возможно, минимально промывается водой.

Необходимо отметить, что эффективная глубина проникновения возбуждающего лазерного излучения с длиной волны 405 нм в биологические ткани не превышает 0,1 мм. Наличие экзогенной флуоресценции фотосенсибилизатора в контрольных точках уже через 3 мин после его внутриканального введения позволяет сделать вывод о его быстром распределении в твердых тканях зуба.

Обсуждение

После исследования мы можем уверенно сказать, что при внутриканальном введении ФС происходит распределение препарата на весь объем твердых тканей зуба. Соответственно, при дальнейшей активации препарата мы получим бактериотоксический эффект не только в области прилегающих к основному каналу зуба структурах, но и по всему объему тканей зуба, что будет положительно сказываться на успешности

лечения. Полученные данные позволяют также объяснить высокую эффективность ФДТ при эндодонтическом лечении пациентов [10–12].

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ruggiero K., Riahi R., Vera A., Doukas A.G., Sigusch B.W., Engelbrecht M., et al. Full-Mouth Antimicrobial Photodynamic Therapy in *Fusobacterium nucleatum*-Infected Periodontitis Patients. *Journal of Periodontology*. 2010; 81: 975–81.
2. Kumar Vivek, Sinha Jolly, Verma Neelu, Nayan Kamal, Saimbi C.S., Tripathi Amitandra, Scope of photodynamic therapy in periodontics. 2015; 26 (4): 439–42.
3. Oniszczyk A., Wojtunik-Kulesza K.A., Oniszczyk T., Kasprzak K. The potential of photodynamic therapy (PDT)—Experimental investigations and clinical use. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2016; 83: 912–29.
4. Berutti E., Marini R., Angeretti A. Penetration ability of different irrigants into dentinal tubules. *J. Endodont.* 1997; 23 (12): 725–7.
5. Moritz A., Beer F., Goharkhay K., Schoop U., Strassl M., Verheyen P., et al. *Oral Laser Application*. Berlin; 2006.
6. Рисованная О.Н., Рисованный С.И. Фотоактивируемая дезинфекция- революционная технология в эндодонтическом лечении. *Инновационная стоматология*. 2012; 1: 94–102.
7. Foschi F., Fontana C.R., Pagonis T.C., Kent R., Stashenko P.P. and Soukos N.S. Photodynamic inactivation of *Enterococcus faecalis* in dental root canals in vitro. *Lasers Surg. Med.* 2007; 39: 782–7.
8. Gergova R.T., Gueorgieva T., Dencheva-Garova M.S., Krasteva-Panova A.Z., Kalchinov V., Mitov I., Kamenoff J. Antimicrobial activity of different disinfection methods against biofilms in root canals. *J. Invest. Clin. Dent.* 2016; 7: 254–62.
9. Fekrazad R., Khoei F., Hakimiha N., Bahador A. Photoelimination of *Streptococcus mutans* with two methods of photodynamic and photothermal therapy. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2013; 10: 626–31.
10. Максименко А.А., Пшепий Р.А. Оценка эффективности применения нового отечественного фотосенсибилизатора «Рада-Дент плюс» при фотодинамической терапии хронических форм апикального периодонтита. *Российский стоматологический журнал*. 2012; 16(6): 25–7.
11. Булгакова Н.Н., Джанчатова А.Р., Максименко А.А. Инновационная методика фотодинамической терапии в эндодонтии и пародонтологии. *Пародонтология*. 2012; 17(4): 26–33.
12. Булгакова Н.Н., Лисицин Д.В., Хамукова О.С., Решетников А.В. Изучение эффективности фотодинамической терапии воспалительных заболеваний пародонта с препаратом «РадаДент». *Российский стоматологический журнал*. 2011; 6: 35–7.

REFERENCES

1. Ruggiero K., Riahi R., Vera A., Doukas A.G., Sigusch B.W., Engelbrecht M., et al. Full-Mouth Antimicrobial Photodynamic Therapy in *Fusobacterium nucleatum*-Infected Periodontitis Patients. *J. Periodontol.* 2010; 81: 975–81.
2. Kumar Vivek, Sinha Jolly, Verma Neelu, Nayan Kamal, Saimbi C.S., Tripathi Amitandra, Scope of photodynamic therapy in periodontics. 2015; 26 (4): 439–42.
3. Oniszczyk A., Wojtunik-Kulesza K.A., Oniszczyk T., Kasprzak K. The potential of photodynamic therapy (PDT)—Experimental investigations and clinical use. *Biomedicine & Pharmacotherapy*. 2016; 83: 912–29.
4. Berutti E., Marini R., Angeretti A. Penetration ability of different irrigants into dentinal tubules. *J. Endodont.* 1997; 23 (12): 725–7.
5. Moritz A., Beer F., Goharkhay K., Schoop U., Strassl M., Verheyen P., et al. *Oral Laser Application*. Berlin; 2006.
6. Risovannaya O.N., Risovanny S.I. Photo-activated disinfection is a revolutionary technology in endodontic treatment. *Innovatsionnaya stomatologiya*. 2012; 1: 94–102. (in Russian)
7. Foschi F., Fontana C.R., Pagonis T.C., Kent R., Stashenko P.P. and Soukos N.S. Photodynamic inactivation of *Enterococcus faecalis* in dental root canals in vitro. *Lasers Surg. Med.* 2007; 39: 782–7.
8. Gergova R.T., Gueorgieva T., Dencheva-Garova M.S., Krasteva-Panova A.Z., Kalchinov V., Mitov I., Kamenoff J. Antimicrobial activity of different disinfection methods against biofilms in root canals. *J. Invest. Clin. Dent.* 2016; 7: 254–62.
9. Fekrazad R., Khoei F., Hakimiha N., Bahador A. Photoelimination of *Streptococcus mutans* with two methods of photodynamic and photothermal therapy. *Photodiagnosis Photodyn Ther.* 2013; 10: 626–31.
10. Maximenko A.A., Pshepiy R.A. Evaluation of the effectiveness of the new domestic photosensitizer “Radadent plus” in photodynamic therapy of chronic forms of apical periodontitis. *Rossiyskii stomatologicheskii zhurnal*. 2012; 16(6): 25–7. (in Russian)
11. Bulgakova N.N., Dzhanchatova A.R., Maksimenko A.A. Innovative technique of photodynamic therapy in endodontics and periodontologists. *Parodontologiya*. 2012; 17(4): 26–33. (in Russian)
12. Bulgakova N.N., Lisitsin D.V., Khamukova O.S., Reshetnikov A.V. To study the effectiveness of photodynamic therapy of inflammatory periodontal diseases with the drug “Radadent”. *Rossiyskii stomatologicheskii zhurnal*. 2011; 6: 35–7. (in Russian)

Поступила 13.01.2019

Принята в печать 16.02.2019