

УДК 616.314-72

Влияние разных режимов фотодинамической терапии на изменение температуры корневого дентина зуба при эндодонтическом лечении

И.А. Манукян, С.И. Рисованный, О.С. Рисованная

*ФГБОУ ВО «Кубанский государственный медицинский университет» МЗ РФ
350063, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. М. Седина, 4*

Ключевые слова: диодный лазер, корневой канал, Элофит, температура, фотодинамическая терапия

На сегодняшний день, дезинфекцию корневых каналов зуба стоит воспринимать в качестве фактора успешного эндодонтического лечения [5,6]. В то же время стоит отметить, что контаминация условно-патогенной и патогенной микрофлоры является предиктором неблагоприятного исхода эндодонтических вмешательств [7,8]. В ряде случаев корневая дезинфекция корневых каналов является трудновыполнимой, что обусловлено вариационной анатомией корневых каналов, а также приобретением резистентности к используемым механическим и химическим методам санации со стороны целого спектра патогенных микроорганизмов, составляющих неотъемлемую часть ротовой полости. [1,9]. Таким образом, взыскание новейших, высоко результативных методов дезинфекции является перспективным научным направлением. В связи с чем нами была исследована эффективность фотодинамической терапии, основанной на мощном бактерицидном эффекте реактивных форм кислорода, продуцируемых под воздействием лазерного излучения с определенной длиной волны на фотосенсибилизатор [3,10].

Фотодинамическая терапия обладает высоким широким спектром антибактериальной активности, а именно: *Fusobacterium nucleatum*, *Prevotella intermedia*, *Streptococcus intermedius*, *Peptostreptococcus micros*, *Enterococcus faecalis* и др. [13,17]. В ряде исследований показано, что использование последней повышает эффективность традиционных методов обработки корневых каналов [14,16]. Исследование R.A. Arneiro et al. продемонстрировало, что при санации корневых каналов, инфицированных *Enterococcus faecalis*, использование фотодинамической терапии с раствором гипохлорита натрия повышает эффективность эндодонтического лечения [2,15]. Однако, по мнению других исследователей, фотодинамическая те-

рапия может выступать в качестве самостоятельного метода дезинфекции корневых каналов, так как, согласно результатам проводимых работ, антибактериальный эффект вышеупомянутого дезинфектанта сопоставим с использованием 2,5-5% растворов гипохлорита натрия [4].

В качестве фактора, ограничивающего использование фотодинамической терапии при эндодонтических вмешательствах, выступает опасность теплового повреждения тканей. Существует вероятность, что возникающие при перегреве морфологические изменения в дентинных каналах и повышение его проницаемости могут индуцировать реинфекцию системы корневых каналов [11,12].

Таким образом, влияние разных режимов фотодинамической терапии на изменение температуры корневого дентина зуба при эндодонтическом лечении и дальнейшая разработка безопасных режимов ее применения являются актуальным и открытым вопросом современной стоматологии, решение которого требует индивидуального подхода и проведения экспериментальных исследований.

Целью данной экспериментальной работы являлось изучение влияния разных режимов фотодинамической терапии на изменение температуры корневого дентина зуба при эндодонтическом лечении в эксперименте на биологической модели нижней челюсти.

Материал и методы

Объектом исследования являлись нижние челюсти беспородных овец в возрасте 2 лет ($n=18$). Для проведения фотодинамической терапии использовали диодный лазер с длиной волны 662 нм «КРИСТАЛЛ» (научно-производственный центр «Техника-Про», Россия), в качестве фотосенсибилизатора применяли Элофит (Хлорин Е6) (научно-производственная компания «БИО-ДОКТОР», Россия). Оценка влияния лазерного излучения на изменение температуры корневого дентина зубов проводилась при следующих параметрах работы аппарата «КРИСТАЛЛ»: мощность (0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 и 1 W), постоянный и импульсный режимы работы, время экспозиции – 1 минута. Температура ткани во время сеанса фотодинамической терапии измерялась термоэлектрическим методом, при помощи цифрового термометра TES-1310 (TES Electrical Electronic corp., Тайвань). Температура в рабочей зоне кабинета, на период исследования, поддерживалась на уровне 20 °C. Моделирование эндодонтического лечения выполняли на первом левом премоляре нижней челюсти овцы. Для локализации апикального отверстия использовали рентгенологический аппарат Planmeca Intra (Planmeca, Финляндия). Определение апикальной границы фиксировалось с помощью ограничителя (рис. 1.1), установленного на K-file NITIFLEX (Dentsply Maillefer, Швейцария), далее выполняли препарирование корневых каналов ручным

методом по технике «crown down» Niti-инструментами размера №30 по ISO с конусностью 0,6 и 0,4 (Dentsply Maillefer, Швейцария). При каждой смене инструмента каналы промывали раствором гипохлорита натрия для антисептической обработки корневых каналов «Гипохлоран-3» (ООО «НКФ Омега-Дент», Россия). Расширение канала заканчивалось использованием последнего K-file размером №40 и конусности 0,6 по ISO. После завершения механической подготовки каналов их тщательно промывали дистиллированной водой и высушивали стерильными бумажными штифтами (Meta Biomed, Корея). Для фиксации термодатчика, с помощью шаровидных алмазных турбинных боров 801L-014M-FG и 801L-014C-FG (NTI-Kahla GmbH Rotary Dental Instruments, Германия), вырезались круглые фрагменты костной ткани толщиной 2 мм на расстоянии 15 мм от верхушек корней зубов (рис. 1.2 и 1.3). Препарат «Элофит» с помощью тупой иглы вносили внутрь каналов, время экспозиции составляло 2 минуты. В подготовленный корневой канал зуба, не доходя 3-4 мм до апикального сужения, устанавливали световод аппарата «КРИСТАЛЛ». Спиралеобразными движениями при медленном выведении эндодонтического световода обрабатывались боковые стенки канала и латеральные каналы.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли с помощью программного обеспечения «MS Excel 2010» («Microsoft», США) и «Statistica 13» («StatSoft Inc», США). Для оценки взаимосвязи мощности лазерного излучения и температуры корневого дентина зуба применяли расчет коэффициента корреляции Спирмена, значения коэффициента корреляции r интерпретировались в соответствии со шкалой Чеддока. Определение статистической значимости корреляционной связи осуществляли с помощью p -критерия, при $p \leq 0,05$ отклоняли нулевую гипотезу об отсутствии связи между температурой корневого дентина зуба и мощностью применяемого лазерного излучения. Для оценки влияния используемого режима лазерного излучения (импульсный и постоянный) на температуру корневого дентина зуба применяли логистический регрессионный анализ, при $p \leq 0,05$ принимали альтернативную гипотезу об ассоциации исследуемого бинарного признака (режим лазерного излучения) с изучаемым явлением.

Результаты и обсуждение

В ходе исследования влияния режимов используемого для фотодинамической терапии диодного лазера на изменение температуры корневого дентина зуба при эндодонтическом лечении показано, что при 1 мин экспозиции температура задействованной области, по мере роста мощности лазерного излучения от 0,1 до 1 W, повышается в диапазоне от 37 до 57 °C (таблица).

Таблица

Влияние режимов фотосенсибилизирующей терапии на температуру корневого дентина зуба при эндодонтическом лечении

Импульсный режим, W	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Температура, °C	37	38	39	40	41	43	45	48	55
Постоянный режим, W	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
Температура, °C	38	39	40	40	42	43	46	50	57

В отличие от высокоэнергетических лазеров, бактерицидный эффект которых обусловлен воздействием высокой температуры, для диодных лазеров, используемых для фотодинамической терапии, значительное повышение температуры в задействованной области считается неблагоприятным эффектом [17].

При расчете коэффициента корреляции Спирмена закономерно выявлена очень высокая сила взаимосвязи между мощностью излучения используемого диодного лазера и температурой корневого дентина зуба как для постоянного ($r=0,995$; $p\leq 0,05$), так и для импульсного режимов ($r=0,99$; $p\leq 0,05$) работы аппарата (рис. 2, 3). Таким образом, показано наличие жесткой прямо пропорциональной связи между мощностью излучения диодного лазера и температурой корневого дентина зуба на биологической модели нижней челюсти.

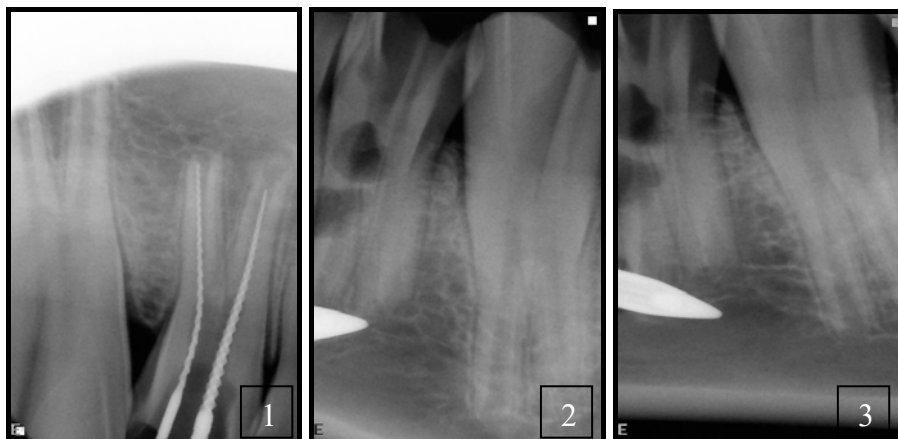


Рис. 1. Рентгенограммы задействованного зуба: 1 – определение апикальной границы с помощью ограничителя, установленного на K-file; 2 и 3 – область фиксации термодатчика

Данная зависимость отчетливо прослеживается на скатерограммах, построенных для импульсного (рис. 2) и постоянного (рис. 3) режимов работы диодного лазера с длиной волны 662 нм «КРИСТАЛЛ». Для

импульсного режима работы аппарата достижение пороговой температуры в 40°C происходит при мощности лазерного излучения 0,4-0,5 W (рис. 2), а для постоянного – 0,4 W (рис. 3).

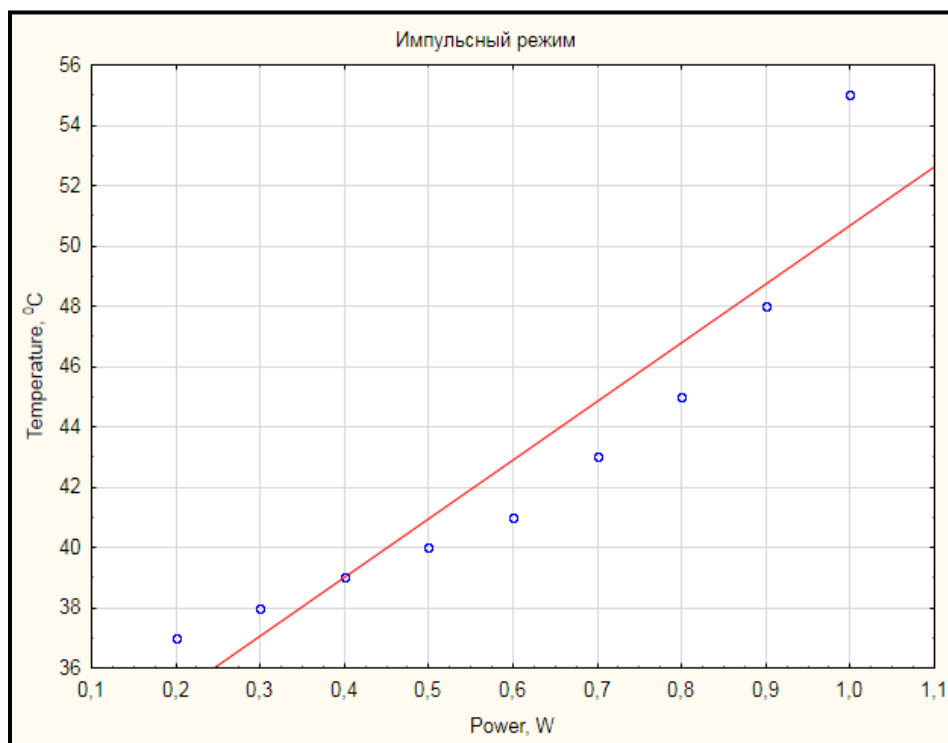


Рис 2. Зависимость температуры корневого дентина от мощности диодного лазера при фотодинамической терапии, в импульсном режиме работы

Проведенный логистический регрессионный анализ подтвердил нулевую гипотезу об отсутствии статистически значимой ($p=0,707$) ассоциации исследуемого бинарного признака (импульсный и постоянный режим лазерного излучения) и температуры корневого дентина зуба в ходе проводимой фотодинамической терапии. Таким образом, доказывается отсутствие статистически значимых различий между постоянным и импульсным режимами работы аппарата «КРИСТАЛЛ» в величине теплового воздействия на корневой дентин задействованного зуба, при времени экспозиции 1 мин.

Таким образом, фотодинамическая терапия с использованием диодного лазера с длиной волны 662 нм «КРИСТАЛЛ» и фотосенсибилизатора «Элофит» в дополнение к традиционным методам обработки открывает новые возможности повышения качества эндодонтического лечения.

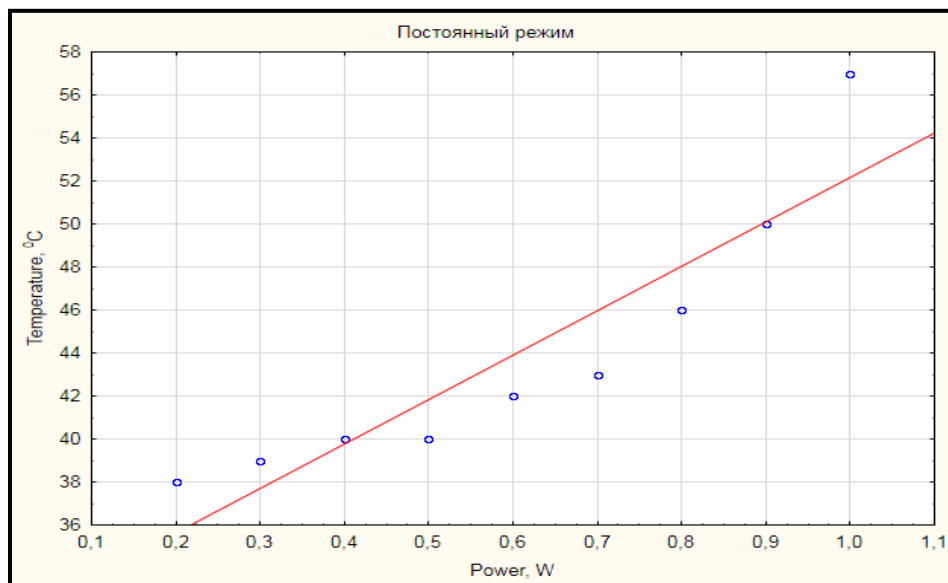


Рис. 3. Зависимость температуры корневого дентина от мощности диодного лазера при фотодинамической терапии, в постоянном режиме работы

Закключение

Применение диодного лазера «КРИСТАЛЛ» с длиной волны 662 нм как в постоянном, так и в импульсном режиме при эндодонтическом лечении зубов на биологической модели нижней челюсти при мощности излучения 0,2-0,4 W является безопасным, так как не приводит к подъему температуры корневого дентина выше 40 °C. При использовании аппарата «КРИСТАЛЛ» длительностью экспозиции в одну минуту статистически значимые различия между постоянным и импульсным режимами не обнаружены. Доказано, что использование мощности лазерного излучения аппарата «КРИСТАЛЛ» выше 0,4 W вызывает перегрев корневого дентина вплоть до 57 °C, проявляя тем самым дентинодеструктивное воздействие.

Поступила 27.05.20

Ֆոտոդինամիկ թերապիայի տարբեր ռեժիմների ազդեցությունը ջերմաստիճանի փոփոխության վրա

Ի.Ա. Մանուկյան, Ս.Ի. Ռիսովաննի, Օ.Ս. Ռիսովաննայա

Ֆոտոդինամիկ թերապիան արմատային ուղիների ախտահանման հեռանկարային մեթոդ է: Այսպիսով, ֆոտոդինամիկ թերապիայի տարբեր ռեժիմների ազդեցության ուսումնասիրությունը՝ էնդոդոնտիկ

հետազոտության ընթացքում ատամի ջերմաստիճանի փոփոխություններով, ներքին ծնոտի կենսաբանական մոդելի վրա կատարված, ժամանակակից ստոմատոլոգիայի կարևորագույն խնդիրներից մեկն է:

Լազերային ճառագայթման ազդեցությունը ատամների ջերմաստիճանի փոփոխության վրա (0,7; 0,8; 0,9 և 1 Վտ) շարունակական և իմպուլսային գործողության ժամանակ, պահման ժամանակը՝ 1 րոպե: Ուսումնասիրության առարկան 2 տարեկան ոչխարների ստորին ծնոտն էր ($n = 18$): Elofit-ը օգտագործվում է որպես ֆոտոնիզացման միջոց: Ֆոտոդինամիկ թերապիայի ընթացքում ջերմաստիճանը չափվել է ջերմաէլեկտրական մեթոդով: Վիճակագրական տվյալների մշակման համար օգտագործվել են Սպիրմենի կորելյացիոն գործակիցը և լոգիստիկ ռեգրեսիայի վերլուծությունը:

Գնահատվել է դիոդային լազերի հետևյալ պարամետրերի օգտագործմամբ: Գործակիցները հաշվարկելիս դիոդային լազերի ճառագայթային ուժի և դենտինի արմատային ջերմաստիճանի ճառագայթային հզորության շատ բարձր հարաբերակցությունը գտնվեց ատամի համար ինչպես կայուն, այնպես էլ r (0,995; $p < 0.05$) իմպուլսային ռեժիմների ($r = 0,99$), ($p < 0,05$) ապարատ: Կատարված լոգիստիկ ռեգրեսիայի վերլուծությունը հաստատեց զրոյական վարկածի առկայությունը ուսումնասիրված երկուական առանձնահատկության (իմպուլսային և կայուն լազերային ճառագայթման ռեժիմը) և ստենտինի ջերմաստիճանի մատչելի վիճակագրորեն նշանակալի ($p = 0.707$) ասոցիացիաների վերաբերյալ:

Այսպիսով, 662 նմ ալիքի երկարությամբ CRYSTAL դիոդային լազերի օգտագործումը, ինչպես մշտական, այնպես էլ իմպուլսային ռեժիմով, 0.2-0.4 Վտ ճառագայթմամբ ատամների էնդոդոնտիկ բուժման համար անվտանգ է, քանի որ չի հանգեցնում արմատների ջերմաստիճանի 40°C-ից ավելի բարձրացման:

Influence of Different Modes Photodynamic Therapy on Changing in a Temperature of the Tooth's Root Dentin within Endodontic Treatment

I.A. Manukyan, S.I. Risovanniy, O.S. Risovannaya

Photodynamic therapy is a promising method of root canal disinfection. Thus, studying influence of different modes photodynamic therapy on changing in a temperature of the tooth's root dentin within endodontic treatment in an experiment on a biological model of the lower jaw is an important task of modern dentistry.

The influence of laser radiation on the temperature change of the root dentin of the teeth was assessed using the following parameters of operation of a diode laser with a wavelength of 662 nm "CRYSTAL": power (0.2; 0.3; 0.4; 0.5; 0.6; 0.7; 0.8; 0.9 and 1 W), continuous and pulsed operation modes, exposure time – 1 minute. The object of the study was the lower jaw of outbred sheep at the age of 2 years (n=18). Elofit was used as a photosensitizer. The tissue temperature during the photodynamic therapy session was measured by the thermoelectric method. For statistical data processing, the Spearman correlation coefficient and logistic regression analysis were applied.

When calculating the Spearman correlation coefficient, a very high correlation strength of the radiation power of the diode laser and the temperature of the tooth's root dentin was found for both the constant ($r=0.995$; $p \leq 0.05$) and pulsed modes ($r=0.99$; $p \leq 0.05$) of the apparatus. The performed logistic regression analysis confirmed the null hypothesis that there was no statistically significant ($p=0.707$) association of the studied binary trait (pulsed and constant laser radiation mode) and tooth root dentin temperature during the course of the photodynamic therapy.

Thereby, using diode laser with a wavelength of 662 nm "CRYSTAL", both in constant and in pulsed mode, for endodontic treatment of teeth with a radiation power of 0.2-0.4 W is safe, because it does not lead to a rising in the temperature of a root's dentin above 40 °C.

Литература

1. Рисованная О.Н., Рисованный С.И., Доменюк Д.А. Антибактериальное воздействие фотодинамической терапии на патогенную микрофлору полости рта. Кубанский научный медицинский вестник, 2013, 141(6), с.155-158.
2. Рисованный С.И., Рисованная О.Н., Бычкова Н.П. Лечение периодонтита с применением бактериотоксической светотерапии. Кубанский научный медицинский вестник, 2006, 6(5), с.24-26.
3. Attavar S.H., Hegde M.N. Microflora of Endodontic Infection-A Review. Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research, 2018, 6(6): 8-11. DOI: 10.21276/jamdsr.
4. Arneiro R.A., Nakano R.D., Antunes L.A., Ferreira G.B., Fontes K., Antunes L.S. Efficacy of antimicrobial photodynamic therapy for root canals infected with *Enterococcus faecalis*, J. Oral Sci., 2014, 56(4): 277-285. DOI: 10.2334/josnusd.56.277.
5. Chiniforush N., Pourhajibagher M., Shahabi S., Kosarieh E., Bahador A. Can antimicrobial photodynamic therapy (APDT) enhance the endodontic treatment?, J. Lasers. Med. Sci., 2016, 7(2): 76-85. DOI: 10.15171/jlms.2016.14.
6. Estrela C., Holland R., Estrela C.R.D.A., Alencar A.H.G., Sousa-Neto M.D., Pécora J.D. Characterization of successful root canal treatment, Brazilian dental journal, 2014, 25(1): 3-11. DOI: 10.1590/0103-6440201302356.
7. Gutmann J.L., Zehnder M., Levermann V.M. Historical perspectives on the roots of the apical negative pressure irrigation technique in endodontics, J. Hist. Dent., 2014, 62(1): 32-40.
8. Konopka K.E., Goslinski T. Photodynamic therapy in dentistry, J. Dent. Res., 2007, 86(8): 694-707. DOI: 10.1177/154405910708600803.

9. *Lacerda M.F.L.S., Lacerda G.P., Campos C.N.* Avaliação das alterações morfológicas de dentes submetidos ao tratamento endodôntico e a terapia fotodinâmica. *Revista de Odontologia da UNESP*, 2016, 45(6): 339-343. DOI: 10.1590/1807-2577.12216.
10. *Lee M.T., Bird P.S., Walsh L.J.* Photo-activated disinfection of the root canal: a new role for lasers in endodontics, *Aust. Endod. J.*, 2004, 30(3): 93-98. DOI: 10.1111/j.1747-4477.2004.tb00417.x.
11. *Machado R., Ferrari C.H., Back E., Comparin D., Tomazinho L.F., Vansan L.P.* The impact of apical patency in the success of endodontic treatment of necrotic teeth with apical periodontitis: a brief review, *Iranian endodontic journal*, 2016, 11(1): 63-66. DOI: 10.7508/iej.2016.01.012.
12. *Radcliffe C.E., Potouridou L., Qureshi R., Hababbeh N., Qualtrough A., Worthington H., Drucker D.B.* Antimicrobial activity of varying concentrations of sodium hypochlorite on the endodontic microorganisms *Actinomyces israelii*, *A. naeslundii*, *Candida albicans* and *Enterococcus faecalis*, *Int. Endod. J.*, 2004, 37(7): 438-446. DOI: 10.1111/j.1365-2591.2004.00752.x
13. *Siqueira Junior J.F., Rôças I.D.N., Marceliano-Alves M.F., Pérez A.R., Ricucci D.* Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies, *Brazilian oral research.*, 2018, 32(Supl.1): e65. DOI: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0065.
14. *Williams J.A., Pearson G.J., Colles M.J.* Antibacterial action of photoactivated disinfection {PAD} used on endodontic bacteria in planktonic suspension and in artificial and human root canals, *J. Dent.*, 2006, 34(6): 363-371. DOI: 10.1016/j.jdent., 2005.08.002.
15. *Xhevdet A., Stubljarić D., Kriznar I., Jukić T., Skvarc M., Veranić P., Ihan A.* The disinfecting efficacy of root canals with laser photodynamic therapy, *J. Lasers Med. Sci.*, 2014; 5(1): 19-26.
16. *Yildirim C., Karaarslan E.S., Özsevik S., Zer Y., Sari T., Usumez A.* Antimicrobial efficiency of photodynamic therapy with different irradiation durations, *Eur. J. Dent.*, 2013, 7(4): 469-473. DOI: 10.4103/1305-7456.120677.
17. *Zandi H., Rodrigues R.C., Kristoffersen A.K., Enersen M., Mdala I., Ørstavik D., Siqueira Jr. J.F.* Antibacterial effectiveness of 2 root canal irrigants in root-filled teeth with infection: a randomized clinical trial, *Journal of endodontics*, 2016, 42(9): 1307-1313. DOI: 10.1016/j.joen.2016.06.006.