

DOI: 10.37988/1811-153X_2021_2_10

Н.И. Крихели,
д.м.н., профессор, зав. кафедрой
клинической стоматологии

М.Н. Бычкова,
к.м.н., доцент кафедры клинической
стоматологии

С.В. Болашова,
аспирант кафедры клинической
стоматологии

МГМСУ им. А.И. Евдокимова,
127473, Москва, Россия

Структура дентина в области клиновидного дефекта после обработки Er,Cr:YSGG-лазером в сравнении с традиционным методом препарирования

Реферат. Изучено влияние Er,Cr:YSGG-лазера при различных мощностях на структуру дентина в области клиновидного дефекта и проведена сравнительная оценка с влиянием традиционного препарирования. **Материалы и методы.** В исследовании были использованы 20 удаленных зубов с клиновидными дефектами. Препарирование клиновидных дефектов проводили лазерной установкой «WaterLase IPlus» (Biolase Tech, США) в различных режимах (2,75 Вт, 10 Гц, воздух 40%, вода 10%; 4 Вт, 15 Гц, воздух 60%, вода 30%; мощность 5,25 Вт, 20 Гц, воздух 80%, вода 50%) и турбинным наконечником алмазным бором с водяным охлаждением. После препарирования изготавливали шлифы зубов, которые подвергали углеродному напылению на установке «SPI Module Carbon Coater» и исследовали на сканирующем электронном микроскопе «Tescan Mira LMU». **Результаты.** При сравнении влияния эрбий-хромового лазера и традиционного препарирования на структуру дентина в области клиновидного дефекта выявлено, что Er,Cr:YSGG-лазер при мощности 4 Вт создает самую шероховатую поверхность с наибольшим количеством широко раскрытых дентинных канальцев и практически полностью удаленным смазанным слоем. **Выводы.** Исследование показало, что использование Er,Cr:YSGG-лазера при мощности 4 Вт является оптимальным, так как оно улучшает микроморфологию некариозного склеротического дентина в области клиновидного дефекта, а следовательно, является более эффективным методом по сравнению с традиционным препарированием.

Ключевые слова: эрбиевый лазер, клиновидный дефект, электронная микроскопия, дентинные канальцы

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ:

Крихели Н.И., Бычкова М.Н., Болашова С.В. Структура дентина в области клиновидного дефекта после обработки Er,Cr:YSGG-лазером в сравнении с традиционным методом препарирования. — *Клиническая стоматология*. — 2021; 24 (2): 10–14. DOI: 10.37988/1811-153X_2021_2_10

N.I. Kriheli,
Grand PhD in Medical Sciences, professor
of the Clinical dentistry Department

M.N. Bychkova,
PhD in Medical Sciences, associate professor
of the Clinical dentistry Department

S.V. Bolashova,
postgraduate of the Clinical dentistry
Department

Moscow State University of Medicine
and Dentistry, 127473, Moscow, Russia

Dentin structure in the area of the wedge-shaped defect after treatment with Er,Cr:YSGG laser in comparison with the traditional preparation method

Abstract. During the study, the effect of Er,Cr:YSGG laser at various powers on the dentin structure in the area of the wedge-shaped defect was studied and a comparative assessment was made with the effect of traditional preparation. **Materials and methods.** In the study 20 removed teeth with wedge-shaped defects were used. Laser installation Waterlase IPlus (Biolase Tech, USA) at various parameters (2.75 W, 10 Hz, air 40%, water 10%; 4 W, 15 Hz, air 60%, water 30%; 5.25 W, 20 Hz, air 80%, water 50%) and a turbine tip with a water-cooled diamond bur, wedge-shaped defects were prepared, after which thin sections were made, subjected to carbon sputtering on an SPI Module Carbon Coater and examined on a Tescan Mira LMU scanning electron microscope. **Results.** When comparing the effect of chromium-erbium laser and traditional preparation on the structure of the cervical dentin, it was revealed that the 4 W laser creates the roughest surface with the largest number of wide-open dentinal tubules and almost completely removed the lubricated layer. **Conclusion.** Treatment of wedge-shaped defects using a 4 W Er,Cr:YSGG laser

is optimal, since it improves the micromorphology of non-cariotic sclerotic dentin of the wedge-shaped defect, and therefore is more effective than the traditional method.

Key words: erbium laser, wedge-shaped defect, electron microscopy, dentinal tubules

FOR CITATION:

Kriheli N.I., Bychkova M.N., Bolashova S.V. Dentin structure in the area of the wedge-shaped defect after treatment with Er,Cr:YSGG laser in comparison with the traditional preparation method. *Clinical Dentistry (Russia)*. 2021; 24 (2): 10–14 (In Russ.). DOI: 10.37988/1811-153X_2021_2_10

ВВЕДЕНИЕ

Адгезия стоматологических материалов к дентину всегда привлекала повышенное внимание ученых в стоматологии. В большинстве исследований оценивается адгезия композитных материалов к здоровым тканям зуба — эмали и дентину. Однако строение твердых тканей в области клиновидных дефектов имеет ряд особых характеристик: дентин имеет изломы, микроцарапины, идущие параллельно друг другу [1] и микротрещины [2–5]. Адгезия к склеротическому дентину при этом на 25–40% меньше, чем к здоровому [6, 7].

Снижение уровня адгезии в области клиновидных дефектов связано с частичной или полной облитерацией дентинных канальцев и наличием кислотоустойчивого гиперминерализованного слоя, в области которого ширина гибридного слоя значительно меньше, чем в области неповрежденного дентина, что препятствует проникновению компонентов адгезивной системы [8]. Кроме того, из-за отложения минеральных кристаллов в некариозном склеротическом дентине коллагеновые волокна дентина сталкиваются с минерализованной дегенерацией, которая приводит к замене богатого коллагеном межтрубчатого дентина высокоминерализованным перитубулярным дентином [9–11].

В ходе ряда исследований было доказано, что придание шероховатости дентину Er:YSGG-лазером может улучшить адгезию между дентином и композитным материалом, что в свою очередь увеличит прочность соединения [12, 13]. Исходя из этого для повышения эффективности лечения клиновидных дефектов должен быть предложен метод, который позволит частично или полностью удалить минеральные кристаллы из структуры дентина, а также увеличить шероховатость поверхности и количество раскрытых дентинных канальцев.

В последние годы технологические разработки привели к более широкому применению лазеров в стоматологии [14–18]. Для препарирования твердых тканей зубов могут быть использованы Nd:YAG-, Er:YAG- и Er,Cr:YSGG-лазеры. В частности, Er,Cr:YSGG-лазер как новая гидрокинетическая биологическая лазерная система эффективно удаляет твердые ткани зубов без образования смазанного слоя и без теплового повреждения поверхности зуба или пульпы [19–21]. Особые преимущества Er,Cr:YSGG-лазера за счет его

уникальной длины волны 2780 нм позволяют применять его при лечении как кариозных, так и некариозных поражений твердых тканей зубов. В ходе проведенных исследований было доказано, что обработка дентина Er,Cr:YSGG-лазером повышает адгезию с композитным материалом по сравнению с той, которая была достигнута после традиционной обработки высокоскоростным наконечником с алмазным бором [22–24].

Воздействие Er,Cr:YSGG-лазера на твердые ткани зуба зависит от ряда его технических характеристик, таких как соотношение вода/воздух, частота повторения, длительность импульса и выходная мощность. Однако в доступной литературе данные о воздействии Er,Cr:YSGG-лазера при различных параметрах мощности на структуру дентина в области клиновидных дефектов отсутствуют.

Цель — изучить влияние эрбиевого лазера при различных мощностях и традиционного препарирования на структуру дентина в области клиновидного дефекта.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании были использованы 20 зубов (резцы, клыки, премоляры), удаленных по ортодонтическим и пародонтологическим показаниям у лиц 18–35 лет, с клиновидными дефектами на вестибулярной поверхности, без кариозных поражений и признаков разрушения.

Препарирование твердых тканей зубов проводили с использованием лазерной установки Waterlase IPlus (BiolaseTech, США) и традиционным методом с использованием турбинного наконечника с алмазным бором при водяном охлаждении.

Зубы были разделены на 4 группы по 5 образцов в каждой. В I группе обработка лазером проводилась в режиме 2,75 Вт, 10 Гц, воздух 40%, вода 10%; во II — 4 Вт, 15 Гц, воздух 60%, вода 30%; в III группе — 5,25 Вт, 20 Гц, воздух 80%, вода 50%. В IV группе (контрольной) препарирование проводили традиционным методом с использованием турбинного наконечника с водяным охлаждением алмазными борами средней зернистости.

В I, II и III группах проводили кислотное травление образцов 37% ортофосфорной кислотой в течение 5 секунд, а в IV группе в течение 20 секунд. Далее на все образцы наносили адгезивную систему Adper Single

Bond 2 (3M, США) согласно инструкциям производителя, но без полимеризации. Затем для удаления адгезивных мономеров, образцы помещали в ацетон на 5 минут с последующим погружением в деионизированную воду на 5 минут, затем в 96% этанол на 5 минут и снова в деионизированную воду на 5 минут.

Из обработанных образцов изготавливали шлифы, на которые напыляли тонкий слой углерода на установке «SPI Module CarbonCoater» для увеличения проводимости, необходимой при исследовании методом сканирующей электронной микроскопии.

Исследование образцов проводили на сканирующем электронном микроскопе «Tescan Mira LMU» в режиме высокого вакуума. Изображения получали с использованием детектора отраженных электронов BSE, для каждого образца делали 3 снимка при 5000-кратном увеличении. Общую площадь дентинных канальцев на каждом изображении регистрировали с помощью

программы ImageProPlus 6.0. Затем в том же изображении, открытую область канальца очерчивали с помощью программного обеспечения и суммировали. Долю площади открытых канальцев каждого образца рассчитывали как соотношение площади открытых канальцев к общей площади. Для статистического анализа данных были усреднены три измерения на один образец. Сравнение в группах проводилось с помощью теста χ^2 .

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На рис. 1—4 представлены СЭМ-изображения дентина клиновидных дефектов во всех группах. В I группе поверхность некариозного склеротического дентина оказалась более шероховатой, чем в остальных группах, и большинство дентинных канальцев оказались частично открыты. Во II группе поверхность образцов также была шероховатой, кроме того, доля открытых

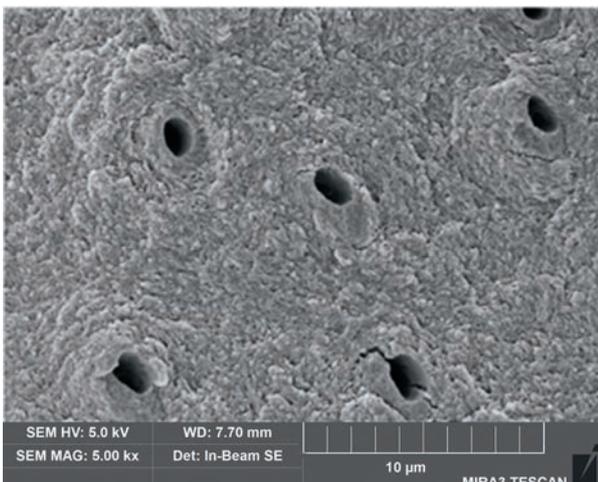


Рис. 1. I группа: СЭМ дентина, обработанного лазером на мощности 2,75 Вт (ув. 5000)
[Fig. 1. Group I: SEM of dentine treated by laser at power 2.75 W (mag. 5000)]

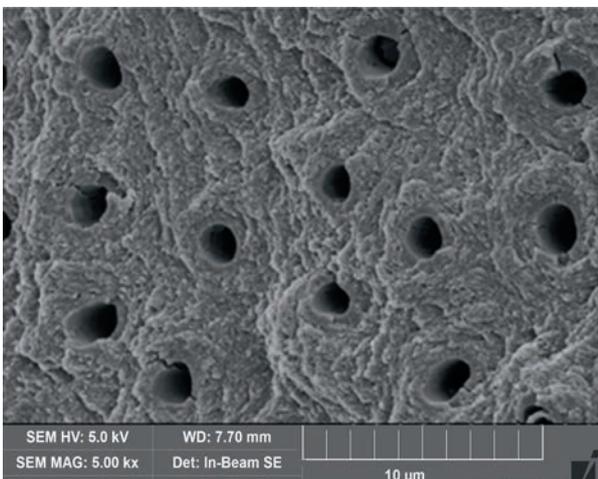


Рис. 2. II группа: СЭМ дентина, обработанного лазером на мощности 4 Вт (ув. 5000)
[Fig. 2. Group II: SEM of dentine treated by laser at power 4 W (mag. 5000)]

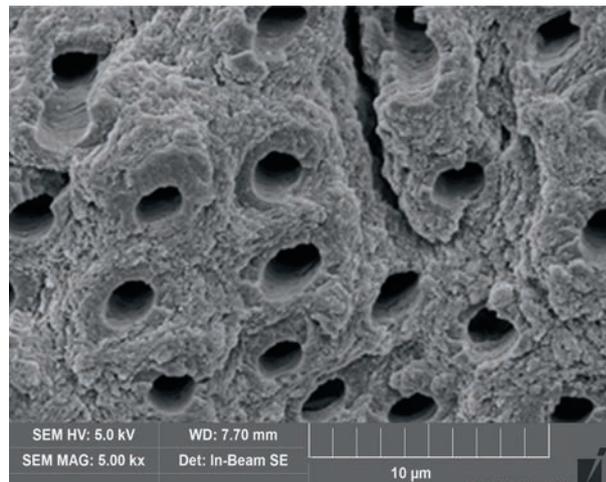


Рис. 3. III группа: СЭМ дентина, обработанного лазером на мощности 5,25 Вт (ув. 5000)
[Fig. 3. Group III: SEM of dentine treated by laser at power 5.25 W (mag. 5000)]

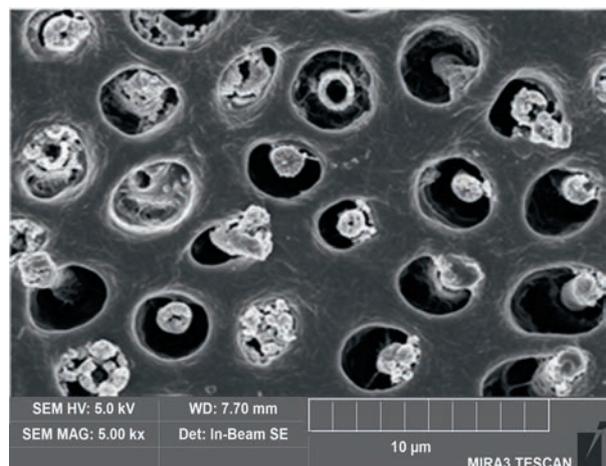


Рис. 4. IV группа: СЭМ дентина, обработанного традиционным методом (ув. 5000)
[Fig. 4. Group IV: SEM of dentine, treated with the traditional method (mag. 5000)]

дентинных канальцев больше, чем в I группе. В III группе дентин также шероховатый, дентинные канальцы все частично открыты, однако на поверхности появились трещины. В IV группе, обработанной традиционным методом, большинство дентинных канальцев были заполнены минеральными кристаллами, которые частично выходили наружу открытых дентинных канальцев.

Диаграмма доли открытых дентинных канальцев в пришеечной области по группам представлена на рис. 5. У образцов в I—III группе доля площади открытых дентинных канальцев, больше чем в IV группе (13%). В III группе наблюдали наибольшую долю открытых дентинных канальцев (28%), но она существенно не отличалась от показателя II группы (26%). В IV группе доля открытых дентинных канальцев сопоставима с I группой (13%), но достоверно ниже, чем во II и III группе ($p < 0,05$).

Данное исследование показало, что при обработке клиновидных дефектов эрбий-хромовым лазером основной параметр, влияющий на структуру дентина пришеечной области, — это выходная мощность. Излучение меньшей мощности приводит к меньшим изменениям на поверхности дентина. Применение чрезмерно высокой мощности лазера приводит к появлению трещин на поверхности дентина, что снижает прочность зуба. В настоящем исследовании с помощью СЭМ выявлено, что на поверхности склеротического дентина в области клиновидных дефектов, обработанных эрбий-хромовым лазером не образуется смазанный слой, поверхность остается чистой и шероховатой.

Обработка поверхности клиновидных дефектов Er,Cr:YSGG-лазером эффективно уменьшает закупорку дентинных канальцев минерализованными кристаллами по сравнению с традиционным методом препарирования клиновидных дефектов.

ВЫВОДЫ

На основании проведенного исследования поверхности дентина в области клиновидного дефекта, обработанных

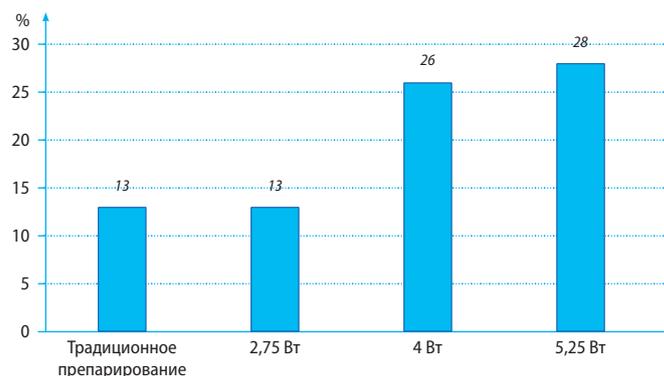


Рис. 5. Средняя доля открытых дентинных канальцев [Fig. 5. Average percentage of open dentinal tubules]

с использованием Er,Cr:YSGG-лазера с длиной волны 2780 нм, мощность 4 Вт является оптимальной, так как улучшает микроморфологию дентина. Таким образом, лечение клиновидных дефектов с использованием эрбиевого лазера при мощности в 4 Вт более эффективно по сравнению с традиционным методом препарирования.

БЛАГОДАРНОСТИ

Выражаем признательность и благодарность всему составу кафедры клинической стоматологии МГМСУ им. А.И. Евдокимова.

ACKNOWLEDGEMENTS

We express our gratitude to the entire staff of the Clinical dentistry Department, Moscow State University of Medicine and Dentistry.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов.

Поступила: 08.04.2021 **Принята в печать:** 24.05.2021

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

Received: 08.04.2021 **Accepted:** 24.05.2021

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

1. **Крихели Н.И., Коршунова М.С.** Клиновидные дефекты зубов. — *Российская стоматология*. — 2010; 3 (2): 16—25. [Krikheli N.I., Korshunova M.S. Wedge-shaped teeth defects. *Russian Stomatology*. 2010; 3 (2): 16—25 (In Russ.).] eLIBRARY ID: 23341247
2. **Янушевич О.О., Сарычева И.Н., Кашкаров В.М., Середин П.В., Агапов Б.Л.** Состояние эмали зубов с клиновидными дефектами по данным синхротронной ИК-микроспектроскопии и электронной микроскопии. — *Российская стоматология*. — 2011; 6: 30—1. [Janushevich O.O., Sarycheva I.N., Kashkarov V.M., Seredin P.V., Agapov B.L. Conditions of dental enamel of the teeth with wedge-like defects estimated from the results of synchrotron infrared microscopy and electron microscopy. *Russian Stomatology*. 2011; 6: 30—1 (In Russ.).] eLIBRARY ID: 20809998
3. **Mena-Serrano A.P., Garcia E.J., Perez M.M., Martins G.C., Grande R.H.M., Loguercio A.D., Reis A.** Effect of the application time of phosphoric acid and self-etch adhesive systems to sclerotic dentin. *J Appl Oral Sci*. 2013; 21 (2): 196—202. PMID: 23739856
4. **Чистякова Г.Г., Петрук А.А.** Морфология твердых тканей зубов при клиновидных дефектах. — *Современная стоматология*. — 2017; 4 (69): 41—5. [Chistyakova G.G., Petruk A.A. Morphology of dental hard tissues with wedge-shaped defects. *Sovremennaya stomatologiya*. 2017; 4 (69): 41—5 (In Russ.).] eLIBRARY ID: 30796697
5. **Michael J.A., Kaidonis J.A., Townsend G.C.** Non-cariogenic cervical lesions: a scanning electron microscopic study. *Aust Dent J*. 2010; 55 (2): 138—42. PMID: 20604754
6. **Luque-Martinez I.V., Mena-Serrano A., Muñoz M.A., Hass V., Reis A., Loguercio A.D.** Effect of bur roughness

- on bond to sclerotic dentin with self-etch adhesive systems. *Oper Dent.* 2013; 38 (1): 39—47. PMID: 22770432
7. **Florescu A., Efrem I.C., Haidoiu C., Hertzog R., Bicleşanu F.C.** Microscopy comparative evaluation of the SE systems adhesion to normal and sclerotic dentin. *Rom J Morphol Embryol.* 2015; 56 (3): 1051—6. PMID: 26662138
 8. **Пухур О.Л., Цимбалистов А.В., Садигов Р.А.** Клиновидные дефекты твердых тканей зубов. — СПб.: СпецЛит, 2011. — 96 с.
[Pihur O.L., Tsimbalistov A.V., Sadikov R.A. Wedge-shaped defects of hard tissues of teeth. St. Petersburg: SpetsLit, 2011. 96 p. (In Russ.)]
 9. **Gisler G., Gutknecht N.** The influence of the energy density and other clinical parameters on bond strength of Er:YAG-conditioned dentin compared to conventional dentin adhesion. — *Lasers Med Sci.* — 2014; 29 (1): 77—84. PMID: 23224751
 10. **Tsai Y.-L., Nakajima M., Wang C.-Y., Foxton R.M., Lin C.-P., Tagami J.** Influence of etching ability of one-step self-etch adhesives on bonding to sound and non-carious cervical sclerotic dentin. *Dent Mater J.* 2011; 30 (6): 941—7. PMID: 22123021
 11. **Xie C., Han Y., Zhao X.-Y., Wang Z.-Y., He H.-M.** Micro-tensile bond strength of one- and two-step self-etching adhesives on sclerotic dentin: the effects of thermocycling. *Oper Dent.* 2010; 35 (5): 547—55. PMID: 20945746
 12. **Hossain M., Nakamura Y., Yamada Y., Suzuki N., Murakami Y., Matsumoto K.** Analysis of surface roughness of enamel and dentin after Er,Cr:YSGG laser irradiation. *J Clin Laser Med Surg.* 2001; 19 (6): 297—303. PMID: 11776447
 13. **Botta S.B., Ana P.A., de Sa Teixeira F., da Silveira Salvadori M.C.B., Matos A.B.** Relationship between surface topography and energy density distribution of Er,Cr:YSGG beam on irradiated dentin: an atomic force microscopy study. *Photomed Laser Surg.* 2011; 29 (4): 261—9. PMID: 21219230
 14. **Bahrololoomi Z., Heydari E.** Assessment of tooth preparation via Er:YAG Laser and bur on microleakage of dentin adhesives. *J Dent (Tehran).* 2014; 11 (2): 172—8. PMID: 24910693
 15. **Giray F.E., Duzdar L., Oksuz M., Tanboga I.** Evaluation of the bond strength of resin cements used to lute ceramics on laser-etched dentin. *Photomed Laser Surg.* 2014; 32 (7): 413—21. PMID: 24992276
 16. **Ding M., Shin S.-W., Kim M.-S., Ryu J.-J., Lee J.-Y.** The effect of a desensitizer and CO₂ laser irradiation on bond performance between eroded dentin and resin composite. *J Adv Prosthodont.* 2014; 6 (3): 165—70. PMID: 25006379
 17. **Гуськов А.В., Зиманков Д.А., Мирнигматова Д.Б., Наумов М.А.** Лазерные технологии в терапевтической и ортодонтической стоматологической практике. — *Научный альманах.* — 2015; 9(11): 945—9.
[Guskov A.V., Zimankov D.A., Mirnigmatova D.B., Naumov M.A. Laser technologies in therapeutic and orthodontic dental practice. *Scientific almanac.* 2015; 9 (11): 945—9 (In Russ.)]. eLIBRARY ID: 24844685
 18. **Галкина А.В., Маказан У.И., Горобец К.А.** и др. Применение лазера в стоматологии. — В сб. матер конф. «Глобальные вызовы развития естественных и технических наук». — Белгород, 2018. — С. 76—78.
[Galkina A.V., Makazan U.I., Gorobets K.A. and other Application of the laser in dentistry. Proceedings of the “Global challenges in the development of natural and technical sciences” conference. Belgorod, 2018. Pp. 76—78 (In Russ.)]. eLIBRARY ID: 36621790
 19. **Eversole L.R., Rizoio I., Kimmel A.I.** Pulpal response to cavity preparation by an erbium, chromium: YSGG laser-powered hydrokinetic system. *J Am Dent Assoc.* 1997; 128 (8): 1099—106. PMID: 9260419
 20. **Moosavi H., Ghorbanzadeh S., Ahrari F.** Structural and morphological changes in human dentin after ablative and subablative Er:YAG laser irradiation. *J Lasers Med Sci.* 2016; 7 (2): 86—91. PMID: 27330703
 21. **Шудакова А.У.** Преимущества лазерного препарирования в стоматологии. — *Бюллетень медицинских интернет-конференций.* — 2015; 5 (11): 1322.
[Shidakova A.U. Benefits of laser preparation in dentistry. *Bulletin of medical Internet conferences.* 2015; 5 (11): 1322 (In Russ.)]. eLIBRARY ID: 25029123
 22. **Shahabi S., Chiniforush N., Bahramian H., Monzavi A., Baghalian A., Kharazifard M.J.** The effect of erbium family laser on tensile bond strength of composite to dentin in comparison with conventional method. *Lasers Med Sci.* 2013; 28 (1): 139—42. PMID: 22491942
 23. **Ansari Z.J., Fekrazad R., Feizi S., Younessian F., Kalhori K.A.M., Gutknecht N.** The effect of an Er,Cr:YSGG laser on the micro-shear bond strength of composite to the enamel and dentin of human permanent teeth. *Lasers Med Sci.* 2012; 27 (4): 761—5. PMID: 21809070
 24. **Болашова С.В.** Обоснование выбора режима работы эрбиевого лазера при лечении клиновидных дефектов. — *Российская стоматология.* — 2020; 13 (4): 26—31.
[Bolashova S.V. Substantiation of the choice of the erbium laser operating mode in the treatment of wedge-shaped defects. *Russian Stomatology.* 2020; 13 (4): 26—31 (In Russ.)]. DOI 10.17116/rosstomat20201304126.