

3. Travis W.D., Colby T.V., Corrin B. et al. *Histological typing of lung and pleural tumors. World Health Organization international histological classification of tumors*. 3rd ed. Berlin: Springer. 1999; 574 p.

4. Fishback N.F., Travis W.D., Moran C.A. et al. Pleomorphic (spindle/giant cell) carcinoma of the lung. A clinicopathologic correlation of 78 cases. *Cancer*. 1994; 73: 2936–2945. DOI: 10.1002/1097-0142(19940615)73:12<2936::AID-CNCR2820731210>3.0.CO;2-U.

5. Terada T. Spindle cell carcinoma of the lung: Frequency, clinical features, and immunohistochemical studies of three cases. *Respiratory Med. CME*. 2010; 3 (4): 241–245. DOI: 10.1016/j.rmcd.2009.10.003.

6. Chang Y.L., Lee Y.C., Shih J.Y., Wu C.T. Pulmonary pleomorphic (spindle) cell carcinoma: peculiar clinicopathologic manifestations different from ordinary non-small cell carcinoma. *Lung Cancer*. 2001; 34 (1): 91–97. DOI: 10.1016/S0169-5002(01)00224-0.

7. Weerakkody Y. Primary sarcomatoid carcinoma of lung. *Radiopaedia.org*. 2012 Feb. 15. Online version: <https://radiopaedia.org/articles/primary-sarcomatoid-carcinoma-of-lung.html> (access date: 02.06.2017).

8. Yuki T., Sakuma T., Ohbayashi C. et al. Pleomorphic carcinoma of the lung: a surgical outcome. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg*. 2007; 134 (2): 399–404. DOI: 10.1016/j.jtcvs.2007.04.018.

9. Fujita T., Nishimura H., Kondo R. et al. Breast metastasis of pulmonary pleomorphic carcinoma: a case report. *Surg. Case Rep*. 2017; 3 (1): 25. DOI: 10.1186/s40792-017-0302-6.

10. Weissferdt A., Kalhor N., Canales R.J. et al. Spindle cell and pleomorphic («sarcomatoid») carcinomas of the lung: an immunohistochemical analysis of 86 cases. *Hum. Pathol*. 2017; 59: 1–9. DOI: 10.1016/j.humpath.2016.08.003.

11. Nakajima M., Kasai T., Hashimoto H. et al. Sarcomatoid carcinoma of the lung: A clinicopathologic

study of 37 cases. *Cancer*. 1999; 86: 608–616. DOI: 10.1002/(SICI)1097-0142(19990815)86:4<608::AID-CNCR9>3.0.CO;2-1.

12. Kontic M., Stojisic J., Stevic R. et al. Could spindle cell lung carcinoma be considered and treated as sarcoma, according to its clinical course, morphology, immunophenotype and genetic finding? *Pathol. Oncol. Res*. 2013; 19 (1): 129–133. DOI: 10.1007/s12253-012-9562-4.

13. Tsuji T., Kim Y.H., Ozasa H. et al. Successful treatment with carboplatin and nanoparticle albumin-bound paclitaxel in a patient with pulmonary spindle cell carcinoma. *Respir. Med. Case Report*. 2015; 15: 48–50. DOI: 10.1016/j.rmcr.2015.05.003.

14. Addis B.J., Corrin B. Pulmonary blastoma, carcinosarcoma and spindle-cell carcinoma: An immunohistochemical study of keratin intermediate filaments. *J. Pathol*. 1985; 147: 291–301. DOI: 10.1002/path.1711470407.

15. Qi D.J., Liu B., Feng L. et al. Pulmonary spindle cell carcinoma with unusual morphology: A rare case report and review of the literature. *Medicine (Baltimore)*. 2017; 96 (24): e7129. DOI: 10.1097/MD.00000000000007129.

16. Kida J.-I., Kanaji N., Kishi S. et al. An autopsy case of rapidly progressing spindle cell carcinoma of the lung accompanied with intratumor hemorrhage. *Am. J. Case Rep*. 2015; 16: 805–810. DOI: 10.12659/AJCR.894443.

17. Schrock B.A., Li D.S., Frampton M.G. et al. Pulmonary sarcomatoid carcinomas commonly harbor either potentially targetable genomic alterations or high tumor mutational burden as observed by comprehensive genomic profiling. *J. Thorac. Oncol*. 2017; 12: 932–942. DOI: 10.1016/j.jtho.2017.03.005.

18. Kim S., Kim M.Y., Koh J. et al. Programmed death-1 ligand 1 and 2 are highly expressed in pleomorphic carcinomas of the lung: comparison of sarcomatous and carcinosarcomatous areas. *Eur. J. Cancer*. 2015; 51: 2698–2707. DOI: 10.1016/j.ejca.2015.08.013.

УДК 616.314.17-008.1: 612.017.1: 615.849.19

© 2017 Крикун Е.В., Блашкова С.Л.

ДИОДНЫЙ ЛАЗЕР В СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Елена Валерьевна Крикун*, Светлана Львовна Блашкова

Казанский государственный медицинский университет, г. Казань, Россия

Поступила 11.09.2017; принята в печать 26.09.2017.

Реферат

DOI: 10.17750/KMJ2017-1023

В обзоре представлены возможности и опыт применения диодных лазеров для лечения воспалительных заболеваний рта. Ранее низкоинтенсивный лазер применяли в стоматологии только как физиотерапевтический прибор. С появлением новых технологий диапазон использования лазера существенно расширился. Диодный лазер обладает высоким уровнем безопасности, вследствие чего его можно применять в пародонтологии и эндодонтии, не опасаясь при этом повредить структуру тканей зуба. В хирургической стоматологии высокоинтенсивное лазерное излучение выступает как альтернатива режущим и ротационным инструментам. Особенности использования диодного лазера при проведении хирургических вмешательств — стерильные условия во время вмешательства и отсутствие кровоточивости во время операции и после неё, прогнозируемая глубина повреждения, высокая точность разреза. Накопленный опыт применения диодного лазера показывает хороший гемостатический эффект, что приводит к минимальной рецессии десневого края. Многие авторы отмечают, что послеоперационные рубцы отсутствуют или формируются более нежными и эластичными, не стягивающими ткани. По сравнению с традиционными методами использование лазерного скальпеля позволяет сократить сроки эпителизации раны вдвое. Также ряд авторов отмечают, что диодный лазер стимулирует систему иммунной защиты, снижает патогенность микрофлоры, повышает её чувствительность к антибиотикам, положительно регулирует функции цементной бляшки *in vitro*. Использование лазерных технологий повышает качество и эффективность проводимого лечения, позволяет уменьшить повторную обращаемость пациентов, сократить сроки лечения, добиться отсутствия рецидивов и осложнений. В связи с этим актуальным остаётся вопрос о расширении показаний к применению диодных лазеров в стоматологии и усовершенствовании методик.

Ключевые слова: диодный лазер, хромофоры, пародонтит, апикальный периодонтит, иммунитет.

DIODE LASER IN DENTAL PRACTICE

E.V. Krikun, S.L. Blashkova

Kazan State Medical University, Kazan, Russia

The review presents the possibilities and experience of using diode lasers for treatment of oral inflammatory diseases. Earlier, low-intensity laser was used in dentistry only as a physiotherapeutic device. The laser applications range has expanded significantly with the advent of new technologies. Diode laser has a high level of safety, so it can be used in periodontics and endodontics without fear of tooth tissue structure damaging. In surgical dentistry, high-intensity laser radiation is used as an alternative to cutting and rotational instruments. Features of diode laser for surgical interventions are sterile conditions during the intervention and avoidance of bleeding during and after surgery, predicted depth of injury, high incision accuracy. Accumulated experience of using a diode laser shows good hemostatic effect, which leads to minimal recession of gingival margin. Many authors emphasize that postoperative scars are absent or are more tender and elastic, not constricting tissues. In comparison with traditional methods, use of laser scalpel can reduce epithelialization time of a wound by half. Also, a number of authors claim that the diode laser stimulates immune system, reduces pathogenicity of microflora, increases its sensitivity to antibiotics, positively regulates the function of dental cement *in vitro*. Use of laser technology improves the quality and effectiveness of ongoing treatment, reduces repeated patient visits, shortens treatment time, avoids relapses and complications. Due to this, the question of expanding the indications for diode lasers use in dentistry and improving the methods remains of current interest.

Keywords: diode laser, chromophores, periodontitis, apical periodontitis, immunity.

В стоматологии широко используют диодный лазер как один из наиболее эффективных современных способов лечения заболеваний. В исследованиях изучено действие высокоинтенсивного лазера. Продемонстрировано, что лазер способен рассекать, коагулировать и аблировать биологическую ткань, и весь процесс происходит быстро и бесшумно [1, 2].

В основе механизма высокоэнергетического лазерного воздействия непрерывного типа лежит влияние высокотемпературного фактора, ограниченного строго локальным характером. При условии определённой продолжительности температурного воздействия происходит «выгорание» тканевого субстрата с образованием дефекта с прилежащей к нему зоны коагуляционного некроза [3].

Клинической эффективности лазерной терапии в стоматологии посвящено много исследований в разных странах. Авторы отмечают, что диодный лазер отличают широкий спектр показаний, высокая надёжность и простота в управлении [4, 5]. Его воздействие намного мягче, чем воздействие электрохирургии или скальпеля [6, 7]. Излучение хорошо поглощается в пигментированной ткани [8, 9].

Известно, что импульсы, равные по энергии, в зависимости от длительности могут производить разные действия на ткань-мишень. С.М. Cobb и соавт. (2012) отмечают, что изменяя время от одного импульса к другому, можно получать при использовании одного и того же уровня энергии самые различные эффекты: чистую абляцию, абляцию и коагуляцию или только коагуляцию без разрушения мягких тканей [10]. S.B. Low и соавт. (2014) отмечают, что можно подобрать индивидуальный режим работы для каждого типа тканей и вида патологии [11].

Существуют стабильная и лабильная методики лазерной терапии, они могут быть контактными либо дистантными. По мнению С.И. Гажва и соавт. (2014), сочетание методик позволяет расширить технику воздействия на ткани [12].

При лазерном воздействии практически не выделяется тепло, не происходит существен-

ного нагрева пульпы зуба и дополнительных повреждений тканей. Глубина оптического проникновения у лазера с длиной волны 980 нм составляет до 3 мм. Основной поглощающей структурой становится меланин, поглощение по гемоглобину падает, появляется возрастающее поглощение по воде. Основной механизм взаимодействия лазерного луча и ткани — в виде селективного фототермолиза, появляется гомогенность поглощения с распределением тепла по множественным тканям-мишеням [13, 14].

Многие исследователи подчёркивают, что диодный лазер обладает высоким уровнем безопасности, вследствие чего его можно применять в пародонтологии и эндодонтии, не опасаясь при этом повредить структуру тканей зуба [15, 16]. Исследователи большое значение придают точности и отсутствию нежелательных эффектов [17].

В литературе обсуждают многочисленные преимущества лазера по сравнению со скальпелем. В хирургической стоматологии высокоинтенсивное лазерное излучение применяют как альтернативу режущим и ротационным инструментам. Преимущественное использование диодного лазера при хирургических вмешательствах на мягких тканях обусловлено тем, что основные хромофоры для него — гемоглобин и меланин, содержащиеся в тканях [18].

Т.В. Закиров и соавт. (2013) как особенности использования диодного лазера при проведении хирургических вмешательств отмечают стерильные условия во время вмешательства и отсутствие кровоточивости во время операции и после неё, прогнозируемую глубину повреждения, высокую точность разреза [19]. R. Fekrazad и соавт. (2014) также отмечают, что диодный лазер имеет хороший гемостатический эффект, что приводит к минимальной рецессии десневого края [20]. Послеоперационные рубцы отсутствуют или формируются более нежными и эластичными, не стягивающими ткани [21, 22].

Исследования показали, что заживление раны происходит качественнее, быстрее и комфортнее при использовании диодного лазера. F. Goldstep и соавт. (2016) пишут, что при проведении хирургических процедур лазером опера-

ционная рана заживает гораздо лучше, без необходимости наложения швов или перевязочного материала [23]. D. Zage и соавт. (2014) также отмечают, что диодный лазер имеет ряд полезных эффектов, таких как ускорение заживления ран, стимуляция ангиогенеза и увеличение синтеза фактора роста [24].

В работе С.В. Тарасенко и соавт. (2016) приведены результаты лечения пациентов с различной патологией мягких тканей полости рта с применением диодного лазера с длиной волны 970 нм. По сравнению с традиционными методами использование лазерного скальпеля позволяет снизить сроки эпителизации раны вдвое ($7,0 \pm 0,5$ дня) [25].

W.L. He и соавт. (2014) отмечают, что воздействие лучом лазера осуществляется с высокой точностью на любые по размерам участки биологической ткани, на группы и отдельные клетки. Максимально щадящее воздействие на мягкие ткани и слизистую оболочку рта даёт возможность уменьшить отёк и зону термического повреждения, а прочность краёв ран после лазерного воздействия позволяет не ушивать их [26].

Ещё одно преимущество — противовоспалительные и стимулирующие репарацию свойства. Исследования, проведённые в последние годы, выявили антибактериальный потенциал лазеротерапии [21, 27]. Результаты исследования M. Giannelli и соавт. (2012) продемонстрировали бактериостатические и бактерицидные свойства диодного лазера [28]. По мнению F. Afkhami и соавт. (2017), диодный лазер 810 нм можно использовать в качестве дополнения для дезинфекции системы корневых каналов [29]. E.R. Kusek и соавт. (2012) показали в своём исследовании, что излучение лазера убивает патологическую микрофлору [30].

S.B. Vozkurt и соавт. (2017) опубликовали исследование, в котором показано, что диодный лазер стимулирует систему иммунной защиты, снижает патогенность микрофлоры, повышает её чувствительность к антибиотикам, положительно регулирует функции цементной бляшки *in vitro* [31]. R. Schulte-Lünzum и соавт. (2017) отмечают, что диодный лазер 940 нм с наконечником радиального обжига показал удовлетворительный бактерицидный эффект без какого-либо термического побочного действия на ткани [32].

Диодные лазеры отличает широкий спектр показаний для лечения стоматологических заболеваний. Они наиболее востребованы в хирургии пародонта. Широко используются в эндодонтии для стерилизации каналов и запечатывания дентинных канальцев [33, 34]. С помощью лазеров возможно проведение гингивопластики, гингивэктомии, френулопластики, лечения периимплантита и многих других стоматологических манипуляций [35–37]. Данный лазер можно применять в профилактике кариеса [38].

В некоторых случаях может быть полезным в эстетической стоматологии для коррекции кон-

тура десны перед ортопедическим лечением с целью достижения наилучшего эстетического клинического результата [39, 40]. Лазер также можно использовать при лечении эрозивно-язвенных поражений слизистой оболочки полости рта.

Исследования показали эффективность диодного лазера при ортодонтическом лечении. В ортодонтии лазер используют для высвобождения ретенционных зубов с последующей одномоментной установкой брекет-системы. B.R. Anuradha и соавт. (2015) сообщают об успешном применении 810-нанометрового диодного лазера в лечении периферической оссифицирующей фибромы [41].

Результаты клинических исследований продемонстрировали, что применение лазерного излучения при хирургических вмешательствах на слизистой оболочке полости рта ведёт к стимуляции репаративных процессов за счёт образования коагуляционной плёнки на раневой поверхности [25].

Известно, что диодный лазер хорошо поглощается меланином, гемоглобином и другими хромофорами, которые присутствуют при заболеваниях тканей пародонта. Именно поэтому диодные лазеры могут целенаправленно воздействовать на поражённые ткани десны [42].

С.И. Гажва и соавт. (2014) сообщают, что после стерилизации пародонтальных карманов диодным лазером у пациентов с пародонтитами средней степени тяжести на 8-й день наблюдения произошло улучшение клинической картины: исчезновение кровоточивости, снижение пародонтального индекса на 25%. Авторы отметили, что при лечении больных с хроническим пародонтитом средней степени тяжести противовоспалительное действие лазерной деконтаминации пародонтального кармана с использованием контактной методики имеет более выраженный эффект, чем при применении лазерной деконтаминации бесконтактным методом [12].

A. Domínguez и соавт. (2010) отмечают, что применение диодного лазера при лечении хронического пародонтита приводит к образованию атомарного кислорода, который разрушает стенки бактериальных, грибковых и вирусных клеток, приводя их к гибели [43].

Анализ данных литературы по лечению стоматологических заболеваний показывает, что при воспалении излучение лазера вызывает общий и местный эффекты.

Общее влияние выражается в увеличении содержания неспецифических гуморальных факторов защиты (таких, как комплемент, интерферон, лизоцим), общей лейкоцитарной реакции, повышении фагоцитарной активности микро- и макрофагальной систем. Возникает десенсибилизирующий эффект, происходят активация иммунокомпетентной системы, клеточной и гуморальной специфической иммунологической защиты, повышение общих защитно-приспособительных реакций организма [18, 27, 44].

Местное воздействие лазерным излучением рассматривают по основным элементам воспалительной реакции: экссудация, альтерация, пролиферация [4, 45].

Б.Р. Хурхуров и соавт. (2013) при изучении влияния лазерного излучения на состояние местного иммунитета в полости рта у больных с гнойно-воспалительными заболеваниями челюстно-лицевой области установили, что применение лазера нормализует секреторные, гуморальные и клеточные факторы местной защиты, способствует повышению фагоцитарной функции нейтрофилов и полностью восстанавливает взаимосвязи между клеточными и гуморальными звеньями иммунитета. Популяционный состав лейкоцитов в периферической крови при использовании лазерных технологий указывает на отсутствие воспаления, интоксикации и иммунодефицита [46].

По итогам проведенных исследований доказан биостимулирующий эффект лазера, влияние на воспалительные, иммунные, пролиферативные процессы, протекающие в тканях пародонта [28, 46, 47].

А.И. Грудянов и соавт. (2013) сообщают, что в экспериментальном исследовании по изучению медико-биологических эффектов, возникающих под действием высокоэнергетического лазера, происходили быстрое (до 10 сут) очищение раны и активное развитие регенераторного процесса посредством образования грануляционной ткани, подвергающейся созреванию. Параллельно активировались процессы эпителизации дефектов ткани. Авторы заметили, что при наиболее высоких параметрах мощности излучения (5 Вт) даже к 21-м суткам опыта в области экспериментального воздействия отмечались остаточные явления ангиоматоза [3].

Бактерицидное действие диодного лазера было отчетливо видно — большое снижение колониеобразующих единиц (КОЕ) микроорганизмов, угнетение анаэробных процессов. D. Hoedke и соавт. (2017) также отмечают, что дополнительное использование диодного лазера значительно снижало количество КОЕ [48]. Е.М. Decker и соавт. (2017) отмечают, что диодный лазер был эффективен против патогенов биопленки [49]. Отмечено снижение КОЕ на $9 \log_{10}$ КОЕ до 0 для планктонных патогенов и уменьшением на $4 \log_{10}$ КОЕ для биопленок бактерий.

Результаты рандомизированного контролируемого клинического исследования по изучению эффективности диодного лазера как дополнительного лечения хронического периодонтита показали, что общее количество интерлейкинов-1 β и -6, матричной металлопротеиназы MMP-1, матричной металлопротеиназы MMP-8 и матрикс-матриксной металлопротеиназы — TIMP-1 уменьшилось ($p < 0,05$), а интерлейкина-8 — увеличилось после лечения. Значительное влияние оказала дополнительная лазерная терапия в 1-й месяц лечения. Авторы отметили, что в результате лазерного воздей-

ствия улучшились клинические и биохимические показатели [50].

Таким образом, результаты исследований показали преимущества лазерного лечения стоматологических заболеваний, подтвердили высокоэффективное и безопасное использование диодных лазеров. В ходе анализа литературы по данной теме было выяснено, что диодный лазер имеет существенные клинические перспективы. Применение лазеров в стоматологии открывает новые возможности, позволяя врачу-стоматологу предложить пациенту широкий спектр минимально инвазивных и фактически безболезненных процедур, отвечающих высочайшим клиническим стандартам оказания стоматологической помощи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов по представленной статье.

ЛИТЕРАТУРА

1. Амирханян А.Н., Москвин С.В. Лазерная терапия в стоматологии. *Стоматолог практик*. 2010; (1): 32. [Amirkhanyan A.N., Moskvina S.V. Laser therapy in dentistry. *Stomatolog praktik*. 2010; (1): 32. (In Russ.)]
2. Nogueira R.D., Silva C.B., Lepri C.P. et al. Evaluation of surface roughness and bacterial adhesion on tooth enamel irradiated with high intensity lasers. *Braz. Dent. J.* 2017; 28 (1): 24–29. DOI: 10.1590/0103-6440201701190.
3. Грудянов А.И., Григорян А.С., Хачатуров А.Э. Экспериментально-морфологическое исследование эффектов воздействия на ткани полости рта высокоэнергетического лазера в непрерывном режиме при его использовании в качестве режущего инструмента. *Пародонтология*. 2013; (2): 21–27. [Grudyanov A.I., Grigoryan A.S., Khachaturov A.E. Experimental-morphological study of the effects of exposure of oral tissues to a high-energy laser in continuous mode when used as a cutting tool. *Parodontologiya*. 2013; (2): 21–27. (In Russ.)]
4. Шугайлов А.И., Максименко А.А. Лазеры в стоматологии. *Мед. бизнес*. 2009; (7): 34–35. [Shugaylov A.I., Maksimenko A.A. Lasers in dentistry. *Meditinskiy biznes*. 2009; (7): 34–35. (In Russ.)]
5. Cobb C.M. Commentary: Is there clinical benefit from using a diode or Nd:YAG laser in the treatment of periodontitis? *J. Periodontol.* 2016; 87 (10): 1117–1131. DOI: 10.1902/jop.2016.160134.
6. Григорьянц Л.А. Опыт использования лазерного скальпеля с длиной волны 1,9 мкм в амбулаторной хирургической стоматологии. *Лазерная мед.* 2011; 15 (2): 101. [Grigoryants L.A. Experience of using a laser scalpel with a wavelength of 1.9 μ m in ambulance surgical dentistry. *Lazernaya meditsina*. 2011; 15 (2): 101. (In Russ.)]
7. Roncati M., Gariffo A. Systematic review of the adjunctive use of diode and Nd:YAG lasers for non-surgical periodontal instrumentation. *Photomed. Laser Surg.* 2014; 32 (4): 186–197. DOI: 10.1089/pho.2013.3695.
8. Гуськов А.В., Зиманков Д.А., Мирнигматова Д.Б., Наумов М.А. Лазеры в терапевтической и ортопедической стоматологии. *Символ науки: междунар. науч. ж.* 2015; (10): 221–223. [Gus'kov A.V., Zimankov D.A., Mirnigmatova D.B., Naumov M.A. Lasers in therapeutic and orthopedic dentistry. *Simvol nauki: mezhdunarodnyy nauchnyy zhurnal*. 2015; (10):

221–223. (In Russ.)]

9. Kurtzman G.M., Hughes M.K. Evolution of Comprehensive Care, Part 3. Periodontal Treatment Continues to Evolve. *Dent. Today*. 2015; 34 (5): 90, 92, 94–97. PMID: 26470578.

10. Cobb C.M., Blue M.S., Beaini N.E. et al. Diode laser offers minimal benefit for periodontal therapy. *Compend. Contin. Educ. Dent.* 2012; 33 (4): e67–e73. PMID: 23627355.

11. Low S.B., Mott A. Laser technology to manage periodontal disease: a valid concept? *J. Evid. Based. Dent. Pract.* 2014; 14 (Suppl.): 154–159. DOI: 10.1016/j.jebdp.2014.03.010.

12. Гажва С.И., Шматова С.О., Горячева Т.П., Худошин С.В. Клиническая эффективность использования различных методик стерилизации пародонтальных карманов диодным лазером в лечении хронических пародонтитов средней степени тяжести. *Соврем. пробл. науки и образования*. 2014; (6): 1071. [Gazhva S.I., Shmatova S.O., Goryacheva T.P., Hudoshin S.V. Clinical efficacy of using different methods of sterilizing periodontal pockets with a diode laser in the treatment of chronic periodontitis of moderate severity. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2014; (6): 1071. (In Russ.)]

13. Falkenstein F., Gutknecht N., Franzen R. Analysis of laser transmission and thermal effects on the inner root surface during periodontal treatment with a 940-nm diode laser in an *in vitro* pocket model. *J. Biomed. Opt.* 2014; 19 (12): 128–202. DOI: 10.1117/1.JBO.19.12.128002.

14. Ozgursoy O.B., Garvey C. Cost-effective and safe dental protection for trans oral laser microsurgery. *J. Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2010; 39 (3): E16–E17.

15. Родкина Т.В. Применение современных высокоэнергетических лазеров в детской хирургической стоматологии. *Dental Forum*. 2012; (3): 85–86. [Rod'kina T.V. Application of modern high-energy lasers in pediatric surgical dentistry. *Dental Forum*. 2012; (3): 85–86. (In Russ.)]

16. Sgolastra F., Severino M., Gatto R., Monaco A. Effectiveness of diode laser as adjunctive therapy to scaling root planning in the treatment of chronic periodontitis: a meta-analysis. *Lasers. Med. Sci.* 2013; 28 (5): 1393–1402. DOI: 10.1007/s10103-012-1181-5.

17. Тюменева А.Р. Лазерная хирургия в стоматологии. *Bull. Med. Internet Conferences*. 2015; 5 (11): 1320. [Tyumeneva A.R. Laser surgery in dentistry. *Bulletin of Medical Internet Conferences*. 2015; 5 (11): 1320. (In Russ.)]

18. Соловьёва Т.И., Аполихина И.А. Диодные лазеры в медицинской практике. *Инновации на основе информ. и коммуникационн. технол.* 2014; (1): 628–631. [Solov'eva T.I., Apolikhina I.A. Diode lasers in medical practice. *Innovatsii na osnove informatsionnykh i kommunikatsionnykh tekhnologii*. 2014; (1): 628–631. (In Russ.)]

19. Закиров Т.В., Бимбас Е.С., Стати Т.Н. Особенности использования диодного лазера в детской хирургической стоматологии. *Проблемы стоматологии*. 2013; (5): 57–61. [Zakirov T.V., Bimbass E.S., Stati T.N. Features of the use of a diode laser in pediatric surgical dentistry *Problemy stomatologii*. 2013; (5): 57–61. (In Russ.)]

20. Fekrazad R., Nokhbatolfighahaei H., Khoei F., Kalhori K.A. Pyogenic granuloma: surgical treatment with Er:YAG laser. *J. Lasers Med. Sci.* 2014; 5 (4): 199–205. PMID: 25653822.

21. Хамитова Н.Х., Мамаева Е.В. *Клиника, диагностика и лечение заболеваний пародонта в детском возрасте*. Казань: Мед. литература. 2009; 121–122.

[Khamitova N.H., Mamaeva E.V. *Klinika, diagnostika i lechenie zaboolevaniy parodonta v detskom vozraste*. (Clinic, diagnosis and treatment of periodontal diseases in childhood.) Kazan': Med. literatura. 2009; 121–122 p. (In Russ.)]

22. Chang P.C., Chien L.Y., Ye Y., Kao M.J. Irradiation by light-emitting diode light as an adjunct to facilitate healing of experimental periodontitis *in vivo*. *J. Periodontol. Res.* 2013; 48 (2): 135–143. DOI: 10.1111/j.1600-0765.2012.01511.x.

23. Goldstep F., Freedman G. Использование диодных лазеров при лечении заболеваний пародонта. *http: Stom Laser.ru* (access date: 02.09.2017).

24. Zare D., Haerian A., Molla R., Vaziri F. Evaluation of the effects of diode (980 nm) laser on gingival inflammation after surgical periodontal therapy. *J. Lasers. Med. Sci.* 2014; 5 (1): 27–31. PMID: 25606336.

25. Тарасенко С.В., Морозова Е.А. Применение диодного лазера в хирургической стоматологии. *Лечение и профилактика*. 2016; (2): 98–103. [Tarasenko S.V., Morozova E.A. Application of a diode laser in surgical dentistry. *Lechenie i profilaktika*. 2016; (2): 98–103. (In Russ.)]

26. He W.L., Yu F.Y., Li C.J. et al. A systematic review and meta-analysis on the efficacy of low-level laser therapy in the management of complication after mandibular third molar surgery. *Lasers. Med. Sci.* 2014; 30 (6): 1779–1788. DOI: 10.1007/s10103-014-1634-0.

27. Москвин С.В. *Основы лазерной терапии*. М., Тверь: Триада. 2016; 1: 896 с. [Moskvin S.V. *Osnovy lazernoy terapii*. (Basics of laser therapy.) Moscow, Tver': Triada. 2016; 1: 896 p. (In Russ.)]

28. Giannelli M., Formigli L., Lorenzini L., Bani D. Combined photoablative and photodynamic diode laser therapy as an adjunct to non-surgical periodontal treatment: a randomized split-mouth clinical trial. *J. Clin. Periodontol.* 2012; 39 (10): 962–970. DOI: 10.1111/j.1600-051X.2012.01925.x.

29. Afkhami F., Akbari S., Chiniforush N. Enterococcus faecalis elimination in root canals using silver nanoparticles, photodynamic therapy, diode laser, or laser-activated nanoparticles: An *in vitro* Study. *J. Endod.* 2017; 43 (2): 279–282. DOI: 10.1016/j.joen.2016.08.029.

30. Kusek E.R., Kusek A.J., Kusek E.A. Five-year retrospective study of laser-assisted periodontal therapy. *Gen. Dent.* 2012; 60 (5): e291–e294. PMID: 23032235.

31. Bozkurt S.B., Hakki E.E., Kayis S.A. et al. Biostimulation with diode laser positively regulates cementoblast functions, *in vitro*. *Lasers. Med. Sci.* 2017; 32 (4): 911–919. DOI: 10.1007/s10103-017-2192-z.

32. Schulte-Lünzum R., Gutknecht N., Conrads G., Franzen R. The impact of a 940 nm diode laser with radial firing tip and bare end fiber tip on enterococcus faecalis in the root canal wall dentin of bovine teeth: An *in vitro* study. *Photomed Laser. Surg.* 2017; 35 (7): 357–363. DOI: 10.1089/pho.2016.4249.

33. Малышева Э.А., Нарбекова Э.Р. Особенности использования лазера в современной стоматологии. *Bull. Med. Internet Conferences*. 2015; 5 (11): 1296. [Malysheva E.A., Narbekova E.R. Features of the laser in modern dentistry *Bulletin of Medical Internet Conferences*. 2015; 5 (11): 1296. (In Russ.)]

34. Pourhajibagher M., Chiniforush N., Ghorbanzadeh R., Bahador A. Photo-activated disinfection based on indocyanine green against cell viability and biofilm formation of Porphyromonas gingivalis. *Photo Diagnosis Photo In Ther.* 2017; 17 (3): 61–64. DOI: 10.1016/j.pdpdt.2016.10.003.

35. Крикун Е.В., Блашкова С.Л. Механизмы воздействия высокоинтенсивного лазера на мягкие ткани

- рта. *Актуальные проблемы стоматологии*. Сборник научных статей. Под ред. С.Л. Блашковой. Казань. 2017; 169–174. [Krikun E.V., Blashkova S.L. Mechanisms of action of a high-intensity laser on soft tissues of the mouth *Aktual'nye problemy stomatologii*. Sbornik nauchnykh statey. Ed. by S.L. Blashkova. Kazan'. 2017; 169–174. (In Russ.)]
36. Орехова Л.Ю., Лобода Е.С., Обоева М.Л. Фотодинамическая терапия в комплексном лечении воспалительных заболеваний пародонта. *Пародонтология*. 2015; 20 (1): 44–50. [Orekhova L.Yu., Loboda E.S., Obueva M.L. Photodynamic therapy in complex treatment of inflammatory periodontal diseases. *Parodontologiya*. 2015; 20 (1): 44–50. (In Russ.)]
37. Бортоновская Ю.В., Булгакова А.И., Валева И.В., Васильева Н.А. Лазеротерапия в лечении хронического пародонтита с применением биоматериала «АЛЛОплант». *Актуал. пробл. и перспективы развития стоматол. в условиях севера*. Сборник статей межрегиональной научно-практической конференции. Якутск. 2017; 64–66. [Bortnovskaya Yu.V., Bulgakova A.I., Valeeva I.V., Vasil'eva N.A. Laser therapy in the treatment of chronic periodontitis with the use of the biomaterial «ALLOplant». *Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya stomatologii v usloviyakh severa*. Sbornik statey mezhrayonal'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Yakutsk. 2017; 64–66. (In Russ.)]
38. Van As G. The diode laser in dental hygiene. Part 1 (LBR). *Dent. Today*. 2011; 30 (3): 152.
39. Проскурдин Д.В., Старосветский С.И., Звигинцев М.А., Куприянов М.В. Применение диодного лазера для коррекции контура десны в ортопедической стоматологии. *Сибирский мед. ж.* 2013; (4): 97–101. [Proskurdin D.V., Starosvetkiy S.I., Zvigintsev M.A., Kupriyanov M.V. The use of a diode laser to correct the contour of the gum in orthopedic dentistry. *Sibirskiy meditsinskiy zhurnal*. 2013; (4): 97–101. (In Russ.)]
40. Kwong W.J. Using a nanohybrid composite and diode laser to achieve minimallyinvasive esthetic anterior restorations. *Compend. Contin. Educ. Dent.* 2011; 32 (2): 52–56
41. Anuradha B.R., Penumarty S., Charan C.R., Swati M. Application of 810-nm diode laser in the management of peripheral ossifying fibroma. *J. Indian. Soc. Periodontol.* 2015; 19 (2): 224–226. DOI: 10.4103/0972-124X.145831.
42. Cappuyns I., Cionca N., Wick P. et al. Treatment of residual pockets with photodynamic therapy, diode laser, or deep scaling. A randomized, split-mouth controlled clinical trial. *Lasers. Med. Sci.* 2012; 27 (5): 979–986. DOI: 10.1007/s10103-011-1027-6.
43. Dominguez A., Gómez C., García-Kass A.I., García-Nuñez J.A. IL-1beta, TNF-alpha, total antioxidative status and microbiological findings in chronic periodontitis treated with fluorescence-controlled Er:YAG laser radiation. *Lasers. Surg. Med.* 2010; 42 (1): 24–31. DOI: 10.1002/lsm.20873.
44. Митронин А.В., Чунихин А.А. Лабораторная оценка влияния лазерного излучения на структуру дентина корневых каналов при эндодонтическом лечении. *Стоматология для всех*. 2010; (1): 44–48. [Mitronin A.V., Chunikhin A.A. Laboratory evaluation of the effect of laser radiation on the structure of root canal dentin in endodontic treatment. *Stomatologiya dlya vseh*. 2010; (1): 44–48. (In Russ.)]
45. Фазылова Ю.В., Мусин И.Т. Применение диодных лазеров при лечении воспалительных заболеваний пародонта. *Молодой учёный*. 2016; (2): 402–406. [Fazylova Ju.V., Musin I.T. The use of diode lasers in the treatment of inflammatory periodontal diseases. *Molodoy uchenyy*. 2016; (2): 402–406. (In Russ.)]
46. Хурхуров Б.Р., Савченко З.И., Тарасенко И.В. и др. Влияние лазерного излучения на состояние местного иммунитета в полости рта у больных с гнойно-воспалительными заболеваниями челюстно-лицевой области. *Лазерн. мед.* 2013; (2): 11–15. [Khurkhurov B.R., Savchenko Z.I., Tarasenko I.V. et al. Influence of laser radiation on the state of local immunity in the oral cavity in patients with purulent-inflammatory diseases of the maxillofacial area. *Lazernaya meditsina*. 2013; (2): 11–15. (In Russ.)]
47. Giannelli M., Bani D., Viti C. et al. Comparative evaluation of the effects of different photoablative laser irradiation protocols on the gingiva of periodontopathic patients. *Photomed. Laser. Surg.* 2012; 30 (4): 222–230. DOI: 10.1089/pho.2011.3172.
48. Hoedke D., Enseleit C., Gruner D. et al. Effect of photodynamic therapy in combination with various irrigation protocols on an endodontic multispecies biofilm *ex vivo*. *Int. Endod. J.* 2017 Mar. 9. [Epub ahead of print.] DOI: 10.1111/iej.12763.
49. Decker E.M., Bartha V., von Ohle C. Improvement of antibacterial efficacy through synergistic effect in photodynamic therapy based on thiazinium chromophores against planktonic and biofilm-associated periodontal pathogens. *Photomed. Laser. Surg.* 2017; 35 (4): 195–205. DOI: 10.1089/pho.2016.4152.
50. Sağlam M., Kantarci A., Dundar N., Hakki S.S. Clinical and biochemical effects of diode laser as an adjunct to nonsurgical treatment of chronic periodontitis: a randomized, controlled clinical trial. *Lasers. Med. Sci.* 2014; 29 (1): 37–46. DOI: 10.1007/s10103-012-1230-0.