

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.154>**АНАЛИЗ МИКРОФЛОРЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ НИЗКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ПРИ ЛЕЧЕНИИ ГЛУБОКОГО КАРИЕСА**

Научная статья

Рихтер А.А.^{1,*}, Токмакова С.И.², Прокопьев В.В.³, Чудова Л.В.⁴, Гончаров А.П.⁵, Кузикова В.А.⁶¹ ORCID : 0000-0001-8387-1845;² ORCID : 0000-0003-0437-0079;³ ORCID : 0000-0001-7151-3899;⁴ ORCID : 0000-0001-5002-9352;⁶ ORCID : 0000-0002-5132-1379;^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Алтайский государственный медицинский университет, Барнаул, Российская Федерация

* Корреспондирующий автор (shevcalen[at]gmail.com)

Аннотация

При глубоком кариесе околопульпарный слой дентина подвержен повреждению, что приводит к риску возникновения инфекционных и воспалительных процессов в пульпе и к разрушению большего объема твердых тканей зубов. В настоящее время актуальным является внедрение лазерных технологий в алгоритм лечения глубокого кариеса для оказания обезболивающего, противовоспалительного и противоотечного, противокариозного и бактерицидного действия, что способствует сохранению витальности пульпы. Цель исследования состоит в оценке микробной обсемененности глубоких кариозных полостей при использовании алгоритма лечения с применением низкоинтенсивного лазерного излучения. Материалы и методы. В 48 клинических случаях глубокого кариеса для подтверждения диагноза была проведена дентинометрия на этапе препарирования, далее были применены лазерные технологии в определенных комбинациях с последующим пломбированием методом слоенной реставрации. Для оценки микробной обсемененности проводили микробиологическое исследование материала со дна сформированных полостей до и после применения красного и инфракрасного лазера. Результаты. На основании дентинометрии подтвердили поставленный диагноз – глубокий кариес. По результатам качественного и количественного состава микрофлоры в исследуемых группах выявили единичное и умеренное содержание патогенного β-гемолитического стрептококка, условно-патогенных микроорганизмов и отсутствие анаэробов. Заключение. Микробиологическое исследование подтвердило эффективность бактерицидного действия инфракрасного лазерного излучения при лечении глубокого кариеса.

Ключевые слова: глубокий кариес, микрофлора кариозной полости, низкоинтенсивное лазерное излучение, лечение кариеса.

ANALYSIS OF MICROFLORA DURING EXPOSURE TO LOW-INTENSITY LASER IRRADIATION IN THE TREATMENT OF DEEP CAVITY

Research article

Rikhter A.A.^{1,*}, Tokmakova S.I.², Prokopiev V.V.³, Chudova L.V.⁴, Goncharov A.P.⁵, Kuzikova V.A.⁶¹ ORCID : 0000-0001-8387-1845;² ORCID : 0000-0003-0437-0079;³ ORCID : 0000-0001-7151-3899;⁴ ORCID : 0000-0001-5002-9352;⁶ ORCID : 0000-0002-5132-1379;^{1, 2, 3, 4, 5, 6} Altai State Medical University, Barnaul, Russian Federation

* Corresponding author (shevcalen[at]gmail.com)

Abstract

In deep cavity, the parapulpal dentinal layer is susceptible to damage, which leads to the risk of infectious and inflammatory processes in the pulp and to the destruction of a larger volume of dental hard tissues. Currently, it is relevant to introduce laser technologies into the algorithm of deep cavity treatment to provide analgesic, anti-inflammatory and anti-edemic, anti-cariogenic and bactericidal action, which contributes to the preservation of pulp vitality. The aim of the study is to evaluate the microbial contamination of deep cavities when using the treatment algorithm with low-intensity laser radiation. Materials and methods. In 48 clinical cases of deep cavity, dentinometry at the stage of preparation was performed to confirm the diagnosis, then laser technologies were applied in certain combinations with subsequent filling by the method of layered restoration. Microbiological examination of the material from the bottom of the formed cavities before and after the application of red and infrared laser was carried out to assess the microbial contamination. Results. The diagnosis of deep cavity was confirmed on the basis of dentinometry. The results of qualitative and quantitative composition of microflora in the studied groups showed single and moderate content of pathogenic β-haemolytic streptococcus, opportunistic microorganisms and absence of anaerobes. Conclusion. Microbiological study confirmed the effectiveness of bactericidal action of infrared laser radiation in the treatment of deep cavity.

Keywords: deep cavity, cavity microflora, low-intensity laser radiation, cavity treatment.

Введение

По мнению современных авторов, после этапа препарирования кариозных дефектов отмечается единичное или умеренное наличие патогенных бактерий, единичное присутствие условно-патогенных микроорганизмов и отсутствие представителей анаэробов [9], [2]. Этиология кариеса предполагает наличие патогенного β -гемолитического стрептококка в сформированных полостях путем их препарирования, а в условиях работы без абсолютной изоляции преобладает умеренное количество патогенных бактерий, что обусловлено их попаданием с ротовым дыханием и из инфицированной ротовой жидкости. Одновременное выявление патогенных и условно-патогенных микроорганизмов говорит об их возможности объединяться и образовывать микробные ассоциации, что способствует повышению их вирулентности [9], [3].

Стандартным этапом лечения глубокого кариеса в соответствии с протоколом, рекомендованным Стоматологической Ассоциацией России (СтАР), является наложение лечебной прокладки на основе гидроокиси кальция [1]. Благодаря высокому уровню pH, основными свойствами лечебных прокладок являются обеззараживание инфицированного слоя дентина, стимуляция образования заместительного дентина путем запечатывания дентинных трубочек при применении метода непрямого покрытия пульпы. Однако выделяют ряд отрицательных свойств, а именно: высокий pH вызывает некроз пульпы, лечебные прокладки со временем растворяются, отсутствует адгезия к дентину, что образует условия для дальнейшего инфицирования. Поэтому, если при неосторожном нанесении лечебного материала он остался на стенках отпрепарированной полости, риск адгезии микроорганизмов становится выше, что способствует образованию рецидивизирующего кариеса [8].

Несмотря на существующее многообразие методов лечения глубокого кариеса, сохраняется высокий процент возникновения рецидива кариеса под пломбой, нередко приводящий к его осложнению, что связано с затруднениями во время диагностики, некорректно составленным планом лечения и ошибками на его этапах, обуславливающими повторное инфицирование тканей зубов [6].

Ряд авторов считают использование диодного лазера эффективным при лечении глубокого кариеса за счет обезболивающего, противовоспалительного и противоотечного действия на пульпу излучением красного спектра и противокариозным и бактерицидным – лазером инфракрасного (ИК) [4], [5], [10]. ИК низкоинтенсивное лазерное излучение (НИЛИ) на пульпу зуба стимулирует лимфо- и гемомикроциркуляцию, что активирует секрецию эмали и дентинной жидкостей и приводит к ускорению метаболизма твердых тканей зубов и к образованию заместительного дентина [7]. Таким образом, происходит стимуляция местных факторов иммунной защиты, поэтому резистентность тканей зубов к воздействию патогенных микроорганизмов повышается и осложнения кариеса практически минимальны [3], [7].

Цель исследования – оценить микробную обсемененность глубоких кариозных полостей при использовании алгоритма лечения с применением низкоинтенсивного лазерного излучения.

Материалы и методы

В ходе работы было пролечено 48 клинических случаев глубокого кариеса моляров и премоляров с локализацией кариозных полостей на окклюзионных и контактных поверхностях. Все этапы лечения осуществляли в условиях абсолютной изоляции с применением системы коффердам. Для объективизации морфометрических данных (толщины надпульпарного дентина) с целью подтверждения диагноза после препарирования и антисептической обработки полости была проведена дентинометрия с помощью аппарата EndoEst 3D (Geosoft) с применением функции «Дентометр (PULP)». Для определения толщины надпульпарного дентина активным электродом, предварительно смочив его в физиологическом растворе, проводили по дну сформированной полости, в то время как пассивный электрод располагали на губе пациента (рис.1). При контакте активного электрода с дентином, на экране аппарата визуализировалось числовое значение исследуемого параметра, выраженного в миллиметрах с цветовой индикацией: оранжевый от 2,4 мм до 1,0, красный от 1,0 до 0,0 мм.



Рисунок 1 - Измерение толщины надпульпарного дентина аппаратом EndoEst 3D (Geosoft)

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.154.1>

В основной группе было пролечено 25 зубов, средний возраст пациентов составил $22,52 \pm 2,66$. В данной группе была применена комбинация поочередного воздействия постоянного красного, длина волны которого составляла 635 нм с максимальной мощностью 7–10 мВт, в течение двух минут и инфракрасного (ИК), длина волны которого равна 890 нм, с импульсным воздействием мощностью 4–5 Вт, НИЛИ на область сформированной полости зуба с

помощью стоматологической насадки также в течение двух минут (аппарат Лазмик-стоматолог). В то время как в группе сравнения со средним возрастом пациентов $24,52 \pm 4,40$ (23 клинических случая) на сформированную полость воздействовали постоянным НИЛИ только красного спектра, методика внутритротова, контактная в течение двух минут. В перечисленных группах после лазерного лечения проводили пломбирование композитом светового отверждения методом слоенной реставрации с применением адгезивной системы VI поколения в унидозах и жидкотекучего композита в качестве первого слоя.

Для оценки микробной обсемененности и определения бактерицидных свойств ИК лазерного излучения было проведено микробиологическое исследование материала со дна полостей после препарирования и антисептической обработки сформированной полости и после применения красного лазера в основной группе и группе сравнения, после ИК лазера – только в основной группе.

Забор материала со дна сформированных полостей производили при помощи тампона. Полученный материал ресуспендировали в 1 мл физиологического раствора. Далее 10 мкл полученной взвеси засеивали на чашки с кровавым агаром, шоколадным агаром, лактобакагаром (ФБУН ГНЦ ПМБ) и растирали шпателем Дригальского по всей поверхности чашки. Посевы на кровавом агаре также культивировали в анаэробных условиях, для создания которых использовали анаэрогат AnaeroJar™ 2.5L (Thermo Scientific, Oxoid, США) и газ-пакеты AnaeroGen™ 2.5L (Oxoid). Контроль анаэробных условий проводили при помощи Anaerobic indicator (Oxoid).

После 24 часов инкубации оценивали количество выросших колоний и проводили оценку культуральных и морфологических свойств. Идентификацию бактерий проводили при помощи оценки их сахаро- и протеолитических свойств.

Результаты и обсуждения

На основании основных и дополнительных методов исследования в исследуемых группах был поставлен диагноз глубокий кариес. Так, на этапе препарирования диагноз подтвердили результатами дентинометрии: в основной группе среднее значение толщины надпульпарного дентина составило $0,73 \pm 0,25$ мм, а в группе сравнения – $0,84 \pm 0,24$ мм.

При изучении качественного и количественного состава микрофлоры в основной группе и в группе сравнения выяснили, что все кариозные полости содержали патогенный β -гемолитический стрептококк. В основной группе и в группе сравнения зарегистрировали единичное содержание β -гемолитического стрептококка на дне антисептически обработанных полостей после препарирования и после воздействия красным лазерным излучением в $72,0 \pm 20,0\%$ случаев, и умеренное в $28,0 \pm 10,0\%$ (см. табл. 1).

Таблица 1 - Распространенность микрофлоры кариозных полостей после препарирования и после воздействия красным и ИК лазерным излучением в основной и группе сравнения

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.154.2>

Микрофлора	Степень обсемененности (КОЕ/тампон)	Основная группа, % (M±m)			Группа сравнения, % (M±m)	
		после препарирования и антисептической обработки	после применения красного лазера	после ИК лазера	после препарирования и антисептической обработки	после красного лазера
Стрептококк β -гемолитический	единично	$72,0 \pm 20,0$	$72,0 \pm 20,0$	$80,0 \pm 20,0$	$72,0 \pm 20,0$	$72,0 \pm 20,0$
	умеренно	$28,0 \pm 10,0$	$28,0 \pm 10,0$	$20,0 \pm 10,0$	$28,0 \pm 10,0$	$28,0 \pm 10,0$
Лактобактерии	единично	$20,0 \pm 10,0$	$20,0 \pm 10,0$	$20,0 \pm 10,0$	$20,0 \pm 10,0$	$20,0 \pm 10,0$
	умеренно	$12,0 \pm 10,0$	$12,0 \pm 10,0$	$12,0 \pm 10,0$	$12,0 \pm 10,0$	$12,0 \pm 10,0$
Нейссерии	единично	$12,0 \pm 10,0$	$12,0 \pm 10,0$	$12,0 \pm 10,0$	$12,0 \pm 10,0$	$12,0 \pm 10,0$
Анаэробы	единично	0	0	0	0	0

После применения ИК лазера в область сформированных полостей основной группы процент патогенного β -гемолитического стрептококка единичной флоры вырос до $80,0 \pm 20,0\%$, умеренной стал ниже – $20,0 \pm 10,0\%$. Условно-патогенные нейссерии и лактобактерии высевались единично в $20,0 \pm 10,0\%$ и $12,0 \pm 10,0\%$ случаев соответственно в исследуемых группах. Анаэробы в исследуемых образцах не определялись (см. табл. 1).

В основной группе ($25,98 \pm 2,00$ КОЕ/тампон) и в группе сравнения ($25,11 \pm 2,00$ КОЕ/тампон) высевался β -гемолитический стрептококк после препарирования и воздействия красным лазером, а после применения ИК в основной группе снизилось количество патогенного β -гемолитического стрептококка на 9% (до $23,74 \pm 2,00$ КОЕ/тампон). В условиях абсолютной изоляции условно-патогенные микроорганизмы в основной группе (лактобактерии $1,68 \pm 1,30$ КОЕ/тампон, нейссерии $1,38 \pm 1,30$ КОЕ/тампон), как и в группе сравнения (лактобактерии $1,59 \pm 1,30$ КОЕ/тампон, нейссерии $1,34 \pm 1,30$ КОЕ/тампон) были обнаружены в одинаковом количестве до и после воздействия лазерным излучением низкой интенсивности (см. рис.2).



Рисунок 2 - Микробный состав в основной группе и в группе сравнения
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.154.3>

Заключение

В целом результаты микробиологического исследования показали, что после препарирования глубоких полостей и воздействия на них красным лазером низкой интенсивности в исследуемых группах отмечали присутствие умеренной и преимущественно единичной патогенной и условно-патогенной микрофлоры, при этом анаэробные микроорганизмы не высеивались. В основной группе после ИК лазерного излучения в области сформированных полостей зафиксировали снижение количества патогенного β -гемолитического стрептококка до 9%, что подтверждает бактерицидное действие ИК лазера.

Конфликт интересов

Не указан.

Рецензия

Все статьи проходят рецензирование. Но рецензент или автор статьи предпочли не публиковать рецензию к этой статье в открытом доступе. Рецензия может быть предоставлена компетентным органам по запросу.

Conflict of Interest

None declared.

Review

All articles are peer-reviewed. But the reviewer or the author of the article chose not to publish a review of this article in the public domain. The review can be provided to the competent authorities upon request.

Список литературы / References

- Адамчик А. А. Обзор современных материалов для лечения гиперемии пульпы / А. А. Адамчик, К. Д. Кириш, В. А. Иващенко, Е. С. Запорожская-Абрамова // *Эндодонтия Today*. — 2023. — Т. 21, № 2. — с. 124–132. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-2-124-132.
- Баяхметова А. А. Проблемы профилактики рецидивного кариеса и пути их решения в современной кариесологии (обзор литературы) / А. А. Баяхметова, А. О. Сейдаханова // *Вестник Казахского Национального медицинского университета*. — 2020. — № 2. — с. 209–217.
- Караммаева М. Р. Влияние ультразвука на твердые ткани зуба (электронно-микроскопическое исследование) / М. Р. Караммаева // *Эндодонтия Today*. — 2014. — Т. 12, № 2. — с. 25–27.
- Ковалева М. С. Оценка результатов исследования в различных группах пациентов при лечении кариеса дентина с применением глубокого фторирования и низкоинтенсивного лазерного излучения / М. С. Ковалева // *Вестник Новгородского государственного университета им. Ярослава Мудрого*. — 2016. — № 1 (92). — с. 72–76.
- Крикун Е. В. Диодный лазер в стоматологической практике / Е. В. Крикун, С. Л. Блашкова // *Казанский медицинский журнал*. — 2017. — Т. 98, № 6. — с. 1023–1028. DOI: 10.17750/KMJ2017-1023.
- Македонова Ю. А. Клинико-лабораторный анализ эффективности лечения глубокого кариеса кальцийсодержащими прокладками / Ю. А. Македонова, С. В. Поройский, Л. М. Гаврикова, Е. В. Венскель // *Вестник Волгоградского государственного медицинского университета*. — 2020. — № 2 (74). — с. 67–71. DOI: 10.19163/1994-9480-2020-2(74)-67-71.
- Москвин С. В. Возможные способы и пути повышения эффективности лазерофореза (обзор литературы) / С. В. Москвин, А. А. Хадарцев // *Вестник новых медицинских технологий. Электронное издание*. — 2016. — Т. 10, № 4. — с. 378–392. DOI: 10.12737/23519.
- Суфиярова Р. М. Эффективность лечения кариеса дентина с применением лечебной прокладки на основе гидроксида кальция / Р. М. Суфиярова, Л. П. Герасимова // *Современные проблемы науки и образования*. — 2017. — № 2. — с. 24–24.

9. Чечун Н. И. Анализ микрофлоры кариозных полостей после препарирования традиционными и альтернативными способами / Н. И. Чечун, С. И. Токмакова, О. В. Бондаренко, О. В. Сысоева // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. — 2015. — Т. 14, №. 4. — с. 738-742.

10. Yazdanfar I. Combination effects of diode laser and resin-modified tricalcium silicate on direct pulp capping treatment of caries exposures in permanent teeth: a randomized clinical trial / I. Yazdanfar, M. Barekatin, M. Zare Jahromi // Lasers in Medical Science. — 2020. — Vol. 35. — p. 1849–1855. DOI: 10.1007/s10103-020-03052-9.

Список литературы на английском языке / References in English

1. Adamchik A. A. Obzor sovremennykh materialov dlja lechenija giperemii pul'py [Review of modern materials for the treatment of pulp hyperemia] / A. A. Adamchik, K. D. Kirsh, V. A. Ivaschenko, E. S. Zaporozhskaja-Abramova // Endodontics Today. — 2023. — Т. 21, № 2. — p. 124–132. DOI: 10.36377/1683-2981-2023-21-2-124-132. [in Russian]

2. Bajahmetova A. A. Problemy profilaktiki retsidivnogo kariesa i puti ih reshenija v sovremennoj kariesologii (obzor literatury) [Problems of preventing recurrent caries and ways to solve them in modern cariesology (literature review)] / A. A. Bajahmetova, A. O. Sejdehanova // Newsteller of KAZNMU. — 2020. — №. 2. — p. 209–217. [in Russian]

3. Karammaeva M. R. Vlijanie ul'trazvuka na tverдые tkani zuba (elektronno-mikroskopicheskoe issledovanie) [The effect of ultrasound on hard dental tissues (electron microscopic examination)] / M. R. Karammaeva // Endodontics Today. — 2014. — Vol. 12, №. 2. — p. 25–27. [in Russian]

4. Kovaleva M. S. Otsenka rezultatov issledovanija v razlichnykh gruppah patsientov pri lechenii kariesa dentina s primeneniem glubokogo fluorirovanija i nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya [Estimation of research data on treatment of dentin caries with use of deep dentin fluoridation and low intensity laser therapy for various groups of patients] / M. S. Kovaleva // Bulletin of the Yaroslav the Wise Novgorod State University. — 2016. — № 1 (92). — p. 72–76. [in Russian]

5. Krikun E. V. Diodnyj lazer v stomatologicheskoy praktike [Diode laser in dental practice] / E. V. Krikun, S. L. Blashkova // Kazan Medical Journal. — 2017. — Vol. 98, № 6. — p. 1023–1028. DOI: 10.17750/KMJ2017-1023. [in Russian]

6. Makedonova Ju. A. Kliniko-laboratornyj analiz effektivnosti lechenija glubokogo kariesa kal'tsijsoderzhaschimi prokladkami [Clinical and laboratory analysis of the effectiveness of treatment of deep caries with calcium-containing pads] / Ju. A. Makedonova, S. V. Porojskij, L. M. Gavrikova, E. V. Venskel' // Journal of Volgograd State Medical University. — 2020. — № 2 (74). — p. 67–71. DOI: 10.19163/1994-9480-2020-2(74)-67-71. [in Russian]

7. Moskvina S. V. Vozmozhnye sposoby i puti povysheniya effektivnosti lazeroforeza (obzor literatury) [Possible methods and ways of enhancing the effectiveness of laser phoresis (Literature report)] / S. V. Moskvina, A. A. Hadartsev // Journal of New Medical Technologies, eEdition. — 2016. — Vol. 10, №. 4. — p. 378–392. DOI: 10.12737/23519. [in Russian]

8. Sufijarova R. M. Effektivnost' lechenija kariesa dentina s primeneniem lechebnoj prokladki na osnove gidroksida kal'tsija [The effectiveness of treatment of caries of dentin with the use of medicated pads based on calcium hydroxide] / R. M. Sufijarova, L. P. Gerasimova // Modern Problems of Science and Education. — 2017. — № 2. — p. 24–24. [in Russian]

9. Chechun N. I. Analiz mikroflory karioznykh polostej posle preparirovanija traditsionnymi i al'ternativnymi sposobami [Analysis of microflora of carious cavities after preparation of traditional and alternative methods] / N. I. Chechun, S. I. Tokmakova, O. V. Bondarenko, O. V. Sysoeva // System Analysis and Management in Biomedical Systems. — 2015. — Vol. 14, №. 4. — p. 738-742. [in Russian]

10. Yazdanfar I. Combination effects of diode laser and resin-modified tricalcium silicate on direct pulp capping treatment of caries exposures in permanent teeth: a randomized clinical trial / I. Yazdanfar, M. Barekatin, M. Zare Jahromi // Lasers in Medical Science. — 2020. — Vol. 35. — p. 1849–1855. DOI: 10.1007/s10103-020-03052-9.