

Воздействие лазерного излучения на поверхность дентина идет на макроскопическом уровне, и его можно наблюдать, используя лупу с двух- или трехкратным увеличением. Отдельные импульсы лазера должны создать при обработке густую сеть переходящих друг в друга зон дентина, измененного под воздействием лазерного излучения. Для того чтобы добиться снижения бактериальной флоры в зоне остаточного кариеса, вполне достаточно провести лазерную обработку только этого участка дентина. Если нужно, чтобы воздействие лазерного излучения на дентин привело к образованию ретенционной структуры, запечатке дентинных канальцев и десенсибилизации, лазером обрабатывается вся раскрытая поверхность дентина. После обработки лазером твердость дентина проверяется твердым зондом.

Перед лазерным воздействием следует очистить обрабатываемый зуб с помощью ультразвукового скелера или полирующего инструмента от продуктов распада тканей, т. к. их наличие может снизить абсорбцию лазерного излучения. Затем следует выполнить все правила безопасности при работе с лазером (защитные очки, проверка параметров лазера)

Лазерное воздействие начинается с препарирования кариозной полости (рис. 2а). При этом используются параметры, рекомендованные производителем для препарирования эмали. Лазерный пучок должен быть направлен перпендикулярно и в сопровождении водяного спрея для охлаждения тканей зуба.

После прохождения эмали следует снижать мощность лазера, т. к. при этом уменьшается термическое воздействие на пульпу. Удалить кариозный дентин возможно при более низкой мощности за счет большего содержания воды в поражённом дентине, чем в эмали (рис. 2б). Если в процессе удаления кариеса полость оказывается слишком близко к пульпе, соответственно следует ещё уменьшить энергетическую мощность лазера. Во время препарирования рядом с пульпой работа должна быть прерывистой, а частота – сниженной. Полноту удаления кариеса проверяют с помощью зонда или индикатора кариеса.

При осмотре области, препарированные лазером, имеют матовую поверхность, что объясняется наличием специфической ретенции.

После тщательной очистки полости водным спреем можно положить адгезив и закончить пломбирование композитом в соответствии с рекомендациями его производителя.

Таким образом, лазерные технологии в лечении заболеваний твёрдых тканей зуба находят всё более широкое применение в силу целого ряда преимуществ перед традиционными методами лечения с приме-

нением вращающихся инструментов. Лазерный луч позволяет производить обработку бесконтактно, безболезненно, малоинвазивно, в стерильных условиях, без образования смазочного слоя, создавая микроретенционную поверхность, не требующую травления. При этом к минимуму сводится вероятность возникновения вторичного кариеса. Следует помнить, что оптимальные результаты лечения возможны только при соответствующей профессиональной подготовке и чётком соблюдении алгоритма лечения с применением лазера.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Cavalcanti B. N., Lage-Marques J. L., Rode S. M.* Palpal temperature increases with Er: YAG laser and high-speed handpieces // *J. prosthet. dent.* – 2003. – Vol. 90 (5). – P. 447–451.
2. *Hibst R.* Technik, wirkungsweise und medizinische anwendung von holmium-und erbium-lasern. Habilitationsschrift // *Ecomed verlag.* – Landsberg, 1996. – P. 135–139.
3. *Keller U.* Laser zur zahnhartsubstanzbearbeitung – vor-und nachteile // *Dtsch. zahnärztl.* – 2000. – Vol. 55. – P. 85–91.
4. *Louw N. P., Pameijer C. H., Ackermann W. D., Ertl T., Cappius H. J., Norval G.* Pulp histology after Er: YAG laser cavity preparation in subhuman primates – a pilot study // *SADJ.* – 2002. – Vol. 57 (8). – P. 133–317.
5. *Melcer J., Chaumette M. T., Melcer F., Dejardin J., Hasson R., Merard R., Pinaudeau Y., Weill R.* Treatment of dental decay by CO₂ laser beam: preliminary results // *Laser surg. med.* – 1984. – Vol. 4 (4). – P. 311–321.
6. *Melcer J.* Latest treatment in dentistry by means of the CO₂ laser beam // *Lasers surg. med.* – 1986. – Vol. 6 (4). – P. 396–398.
7. *Moritz A., Beer F., Goharkhay K., Schoop U., Strassl M., Verheyen P., Walsh L. J., Wernisch J., Wintner E.* Oral laser application. – Berlin, 2006. – P. 471–475.
8. *Oelgiesser D., Blasbalg J., Ben-Amar A.* Cavity preparation by Er: YAG laser on pulpal temperature rise // *Am j. dent.* – 2003. – Vol. 16 (2). – P. 6–98.
9. *Schulte W., Klaus H., Flach A.* Geisbett: lasereffekte an zahnhartsubstanzen – mikroskopische untersuchungen // *Dtsch. Zahnärztl. Z.* – 1965. – Vol. 20. – P. 289.
10. *Schwarz F., Arweiler N., Georg T., Reich E.* Desensitizing effects of an Er: YAG laser on hypersensitive dentine A controlled, prospective clinical study // *J. clin. periodontol.* – 2002. – № 29. – P. 211–215.
11. *Singh A., Velu A.* Historical changes in pulp after tooth preparation with high-speed handpieces and Er: YAG laser: A light-microscopic analysis // *J. of oral. laser applications.* – 2010. – Vol. 10. № 1. – P. 74–76.
12. *Stock K., Hibst R., Keller U.* Comparision of Er: YSGG lase ablation of dental hard tissues SPIE. – 1997. – Vol. 3192. – P. 277–286.

Поступила 11.06.2013

О. Н. РИСОВАННАЯ¹, С. И. РИСОВАННЫЙ¹, Д. А. ДОМЕНЮК²

АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ФОТОДИНАМИЧЕСКОЙ ТЕРАПИИ НА ПАТОГЕННУЮ МИКРОФЛОРУ ПОЛОСТИ РТА

¹Кафедра стоматологии ФПК и ППС ГБОУ ВПО КубГМУ Минздрава России, Россия, 350063, г. Краснодар, ул. Седина, 4,

тел.: (861) 2683684, (861) 2110669. E-mail: dentrosa@mail.ru;

²кафедра стоматологии общей практики и детской стоматологии

Одним из перспективных направлений современной клинической медицины являются лазерные технологии, находящие всё более широкое распространение в стоматологии при лечении различных воспалительных заболеваний полости рта. Важным аспектом многофакторного воздействия лазерного излучения на биологические системы является его антибактериальный аспект, зависящий от длины волны и мощности источника квантового генератора.

Антибактериальный эффект достигается при использовании лазеров низкой мощности и только в сочетании с фотосенсибилизатором, который под воздействием световой энергии вызывает образование синглетного кислорода, разрушающего мембрану микробной клетки, что приводит к уничтожению микроорганизмов.

Ключевые слова: диодный лазер, фотодинамическая терапия, фотосенсибилизатор.

O. N. RISOVANNAYA¹, S. I. RISOVANNYY¹, D. A. DOMENYUK²

ANTIBACTERIAL EFFECT OF PHOTODYNAMIC THERAPY ON ORAL CAVITY' PATHOGENIC MICROFLORA

¹Dentistry department Kuban medical university Ministry of health, Russian Federation,
Russia, 350063, Krasnodar, Sedin street, 4, tel.: (861) 2683684, (861) 2110669. E-mail: dentrosa@mail.ru;

²department of general practice dentistry and pediatric dentistry of the Stavropol state medical university,
Russia, 355017, Stavropol, Mira str., 310, tel. 8-918-870-12-05. E-mail: domenyukda@mail.ru

Laser technologies are the one of important and promising trends in modern clinical medicine, nowadays they become widely spread in dentistry in curing different inflammatory diseases of oral cavity. The important aspect of multifactor influence of laser irradiation towards biological systems is its antibacterial aspect depending on quantum generators' wavelength and its power.

Antibacterial effect is achieved by low power lasers application together with photo sensitizer that, under the influence of light energy, induces singlet oxygen formation, destroying cell membrane, which in its turn leads to microorganisms' destruction.

Key words: diode laser, photodynamic therapy, photo sensitizer.

Современные достижения клинической медицины, в том числе и в стоматологии, проблема оптимизации специализированной помощи пациентам с патологией зубочелюстной области остаются актуальными, продолжают поиск новых и развитие существующих методов и способов лечения больных. Основным направлением медицинской науки в настоящее время являются разработка и совершенствование видов лечения, сочетающих в себе высокую эффективность, минимальную инвазивность, экономическую целесообразность и доступность широким слоям населения. Решение этой задачи напрямую зависит от своевременного внедрения в клиническую практику достижений высоких технологий и подготовки высококвалифицированного медицинского персонала. Одним из важных и перспективных направлений современной клинической медицины являются лазерные технологии, которые в настоящее время находят всё более широкое распространение в стоматологии при лечении различных воспалительных заболеваний полости рта.

Одним из аспектов многофакторного воздействия лазера на биологические системы организма является его антибактериальный аспект, зависящий от вида бактерий, длины волны и мощности источника квантового генератора. Известно, что использование высокоэнергетических лазеров в первую очередь приводит к контролируемой деструкции тканей в зоне его воздействия. Антибактериальный эффект достигается при использовании лазеров низкой мощности и только в сочетании с фотосенсибилизатором, который под воздействием световой энергии вызывает образование синглетного кислорода, разрушающего мембрану микробной клетки, приводя к уничтожению микроорганизмов.

Цель данной работы – исследование фотодинамического действия лазерного излучения в сочетании с фо-

тосенсибилизатором «радахлорином» (Россия); определение его оптимальной концентрации и параметров лазерного излучения для достижения бактерицидного эффекта, необходимого для ликвидации воспаления.

Материалы и методы

Чаще всего возбудителями воспалительных процессов в полости рта являются факультативно-анаэробные кокки и облигатные анаэробы.

В работе были использованы культура *Streptococcus pyogenes*, а также культура *B. Fragilis*. *S. pyogenes* в соответствии с методикой культивирования факультативных анаэробов, выращенных на 2%-ном кровяном агаре.

Культивирование облигатных анаэробов *B. fragilis* происходило на 10%-ном кровяном агаре. Для селективного выделения и стимуляции роста облигатно-анаэробных микроорганизмов к питательным средам вносили добавки: витамин К и гемин. В качестве селекционирующих факторов использовался противогрибковый компонент. Чашки с питательной средой, засеянной анаэробами, помещали в GENbox фирмы «bioMerieux» с созданием анаэробных условий.

Для приготовления суспензии использовали свежие агаровые культуры стрептококка и бактероида. Суспензию на физрастворе доводили до мутности стандарта 0,5 Мак-Фарланда – конечная концентрация $1,5 \times 10^8$ колониеобразующих единиц в 1 мл (КОЕ/мл) и разводили еще в 100 раз физиологическим раствором при конечной концентрации $1,5-2,0 \times 10^6$ клеток в 1 мл. Приготовленную описанным выше способом суспензию бактериальных клеток в объеме 0,1 мл помещали в стерильную одноразовую пластиковую чашку диаметром 40 мм и подвергали обработке в соответствии с алгоритмом.

Фотодинамическую терапию выполняли с фотосенсибилизатором «радахлорином» – производное хлорина E₆ радахлорин™ в форме 0,35%-ного стерильного водного раствора и 0,1%-ного геля (ООО «РАДА-ФАРМА», Россия, патент РФ № 2183956), имеющим пик поглощения длины волны около 662 нм. Исходным сырьем для производства радахлорина является микроводоросль *Spirulina platensis*, содержащая хлорофилл, который путем последовательных химических трансформаций превращается в лекарственную субстанцию и затем в лекарственную форму – препарат «радахлорин».

Эти хлорсоставляющие, называемые хлорактивным веществом, образуют 98% медицинского изделия в сухом весе. В работе использовали концентрацию радахлорина от 0,9 до 56 мкМ. В качестве источника света применяли диодный лазер (ML-662 SP, Россия) с длиной волны 662 нм и оптической мощностью 2,5 Вт, работающий в данном исследовании в постоянном режиме. Излучение направляли через кварцевое оптоволокно на чашки Петри.

Для удержания торца световода во время лазерного воздействия было использовано устройство (патент на изобретение № 2161016 РФ МПК А 61 В17/02, № 99125457), позволяющее регулировать плотность мощности путем изменения расстояния от торца световода до предмета воздействия.

Первая серия эксперимента была проведена с целью изучения бактерицидной активности различных концентраций фотосенсибилизатора без лазерной активации. Суспензии бактериальных клеток в объеме 0,1 мл помещали в стерильную разовую чашку Петри с добавлением 0,1 мл раствора фотосенсибилизатора в различных концентрациях: от 0,9 до 1,8; 3,6 мкМ.

Бактерицидную активность излучения диодного лазера мощностью 0,5; 1 и 2 Вт без добавления фотосенсибилизатора проводили, используя предыдущий алгоритм исследования при плотности энергии $ES_{50} = 100$ Дж/см². Воздействовали мощностью 2 Вт в течение 50 сек., мощностью 1 Вт в течение 100 сек. и мощностью 0,5 Вт в течение 200 сек.

Следующая серия исследований была посвящена собственно фотодинамической терапии (ФДТ), т. е. сочетанию воздействия фотосенсибилизатора и облучения диодным лазером с длиной волны 662 нм. Анализировали действие фотосенсибилизатора при концентрации от 0,9 до 56 мкМ. Каплю фотосенсибилизатора 0,1 мл и бактериальную суспензию смешивали в чашке Петри, экспонировали и затем облучали. Исследовали плотность энергии от 20 до 400 Дж/см² при мощности от 0,5 до 2 Вт. После воздействия лазерного излучения чашки помещали в термостат и через 20–48 ч в зависимости от культуры наблюдали рост колоний. Эффект ФДТ оценивали, сравнивая число выживающих бактериальных клеток в экспериментальной модели и контроле. В исследовании была выбрана 0,35%-ная концентрация радахлорина. Соответствующей обработке и исследованию было подвергнуто 459 образцов.

Результаты и обсуждение

При моновоздействии фотосенсибилизатор в стандартных концентрациях от 0,9 до 3,6 мкМ не оказывает бактерицидного действия, т. к. число КОЕ до и после обработки фотосенсибилизатором достоверно не изменялось.

При исследовании бактерицидного действия только лазерного излучения различных плотностей энергии от 0,5 до 2 Вт также не получено достоверного снижения количества КОЕ ($p > 0,05$), что подтверждает отсутствие бакте-

рицидного воздействия низкоэнергетического лазерного излучения с длиной волны 668 нм в исследуемых параметрах. При совместном воздействии фотосенсибилизатора и лазера существует прямая зависимость бактерицидного эффекта от концентрации фотосенсибилизатора, плотности мощности и экспозиции облучения.

Полный бактерицидный эффект наблюдался у *S. ruogenes* при концентрации радахлорина 14,4 мкМ во всех чашках Петри при плотности энергии 20, 100 и 400 Дж/см² и мощности излучения 1 Вт. В серии экспериментов с концентрацией радахлорина 7,2 мкМ бактерицидный эффект наблюдался только при плотности энергии 400 Дж/см² и мощности 1 Вт. При плотности энергии 20 и 100 Дж/см² также был отмечен бактериостатический эффект: в результате число КОЕ снизилось в 1,5 раза по сравнению с контролем роста и составило 10^4 КОЕ, что является границей безопасных концентраций патогенных микроорганизмов и не приводит в дальнейшем к прогрессированию воспалительного процесса в полости рта.

V. fragilis оказался более устойчивым к воздействию фотодинамической терапии. Концентрации радахлорина 1,8 и 3,6 мкМ не оказали бактерицидного действия при всех исследуемых параметрах лазерного излучения. Лишь при концентрациях 7,2 и 14,4 мкМ и плотности энергии 40 Дж/см² мощности 1 Вт количество КОЕ уменьшилось до 10^5 . Полный бактерицидный эффект у наиболее распространенных и антибиотикоустойчивых штаммов патогенных микроорганизмов ротовой полости наступает при использовании 0,35%-ного водного раствора радахлорина в концентрации 57,6 мкМ и лазерном источнике света с длиной волны 662 нм при плотности энергии 400 Дж/см² и мощности 1 Вт.

Таким образом, комбинация действия лазерного излучения и фотосенсибилизатора радахлорина в проведенном исследовании при использовании непрерывного режима излучения привела к снижению числа микробных клеток в суспензии в 50 раз. Для получения бактерицидного эффекта при непрерывном режиме излучения оптимальной для *S. ruogenes* является концентрация радахлорина 14,4 мкМ, при этом содержание фотосенсибилизатора во взвеси летальное действие на клетки факультативно-анаэробных бактерий проявлялось независимо от плотности энергии (начиная с 20 Дж/см² и мощности излучения 1 Вт).

ЛИТЕРАТУРА

1. Акимов Д. А., Калайджян Э. В. Инновационные технологии профилактики и лечения стоматологических заболеваний // Материалы XIX и XX Всероссийских научно-практических конференций. – Москва, 2008. – С. 258–261.
2. Кроткова, М. Р., Михайлова И. А., Бабков В. В. Функциональная активность клеток СМФ и бактерий в условиях лазерного облучения // Актуальные проблемы лазерной медицины: Сборник научных трудов. – Санкт-Петербург, 2011. – С. 32–41.
3. Ламонт Р. Д., Лантц М. С., Берне Р. А., Лебланк Д. Д. Микробиология и иммунология для стоматологов. – М.: Практическая медицина, 2010. – 504 с.
4. Михайлова И. А., Папаян Г. В., Золотова Н. Б. Основные принципы применения лазерных систем в медицине: Пособие для врачей. – СПб, 2007. – 44 с.
5. Рисованный С. И., Рисованная О. Н. Применение CO₂ и Er: YAG лазеров, а также фотодинамической терапии в клинической стоматологии // Материалы XIX и XX Всероссийских научно-практических конференций. – Москва, 2008. – С. 280–284.
6. Рисованный С. И., Рисованная О. Н. Фотоактивируемая дезинфекция при лечении деструктивных форм периодонтита //

Материалы Общероссийской научно-практической конференции стоматологических кафедр ГОУ ВПО КубГМУ Минздравсоцразвития России. – Краснодар, 2011. – С. 157–165.

7. Рисованная О. Н., Рисованный С. И. Фотоактивируемая дезинфекция – революционная технология в эндодонтическом лечении // Инновационная стоматология. – Санкт-Петербург, 2012. – № 1. – С. 94–100.

8. Bonstein T., Mikulski L. M., Bush M. A., Bush P. J. Photoactivated disinfection of *Streptococcus intermedius* through dentin disc at clinically relevant intervals: an in vitro study // Arch. oral. biol. – 2010. – № 12. – P. 771–777.

9. Конопка К., Goslinski T. Photodynamic therapy in dentistry // Journal of dental. research. – 2007. – Vol. 86. № 8. – P. 694–707.

10. Lambrechts S. A. G., Aalders M. C. G., Marie J. V. Mechanistic study of the photodynamic inactivation of *Candida albicans* by a cationic Porphyrin II antimicrobial agents and chemotherapy. – 2005. – Vol. 49. № 5. – P. 2026–2034.

11. Metcraft D., Robinson C., Devine D., Wood S. Enhancement of erythrosine-mediated, photodynamic therapy of *Streptococcus mutans* biofilms by light fractionation // Journal of antimicrobial chemotherapy. – 2006. – № 58 (1). – P. 190–192.

12. Sharma M., Visai L., Bragheri F., Cristiani I., Gupta P. K., Speziale P. Tolu-idine blue-mediated photodynamic effects on *Staphylococcal* biofilms // Antimicrobial agents and chemotherapy. – 2008. – Vol. 52. № 1. – P. 299–305.

Поступила 13.06.2013

T. B. СЕВЕРИНА

ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОФОРЕЗА МЕТРОГИЛА ДЕНТА В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ ХРОНИЧЕСКОГО РЕЦИДИВИРУЮЩЕГО АФТОЗНОГО СТОМАТИТА

*Кафедра терапевтической стоматологии ГБОУ ВПО КубГМУ Минздрава России,
Россия, 350063, г. Краснодар, ул. Седина, 4, тел. 89184822726. E-mail: lemo7@mail.ru*

В статье приведены результаты лечения фотофорезом метрогила дента пациентов с хроническим рецидивирующим афтозным стоматитом слизистой оболочки рта, а в качестве критерия эффективности лечения использована методика лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ). Разработанный метод фотофореза поляризованного света с использованием метрогила дента является патогенетически обоснованным и высокоэффективным методом лечения по сравнению с локальным применением метрогила дента и стандартным стоматологическим комплексом, что позволяет рекомендовать его для широкого применения в стоматологической практике.

Ключевые слова: лазерная доплеровская флоуметрия, слизистая оболочка рта, хронический рецидивирующий афтозный стоматит, поляризованный свет.

T. V. SEVERINA

APPLICATION FOTOFORZ METROGIL DENT IN COMPLEX TREATMENT OF CHRONIC RECURRENT APHTHOUS STOMATITIS

*Department of therapeutic dentistry GBOU VPO KubSMU,
Russia, 350063, Krasnodar, Sedina str., 4, tel. 89184822726. E-mail: lemo7@mail.ru*

The results of treatment photophoresis metrogil dent patients with HRAS mucous membranes of the mouth, and as a criterion for the effectiveness of treatment used a technique of laser Doppler flowmetry (LDF). The method developed photophoresis polarized light using metrogil dent pathogenesis is valid and highly effective method of treatment, compared with the local application of metrogil dent and standard dental complex that can be recommended for widespread use in dental practice.

Key words: laser Doppler flowmetry (LDF), oral mucosa, chronic recurrent aphthous stomatitis, polarized light.

В повседневной клинической практике пациенты, обратившиеся за помощью с заболеваниями слизистой оболочки рта (СОР), в частности с диагнозом «хронический рецидивирующий афтозный стоматит» (ХРАС), характеризующийся рецидивирующим течением с явлениями воспалительно-деструктивного поражения слизистой оболочки рта [5, 7], представляют одну из наиболее сложных проблем в стоматологии. Одним из причинных факторов развития заболевания является нарушение микроциркуляции, которая играет основную роль в трофическом обеспечении тканей [6], в результате чего происходит снижение защитных ресурсов слизистой оболочки рта. Для лечения ХРАС в клинической практике применяются

разнообразные препараты как специфического, так и неспецифического действия, но несмотря на это проблема этого стоматологического заболевания до сих пор не решена. Таким больным наряду с традиционными методами лечения целесообразно назначать физиотерапию, т. к. рациональный выбор физических методов оказывает регулирующее влияние на нейрогуморальные процессы организма. Большое внимание при этом уделяется методам фототерапии, которые в последние годы благодаря достижениям оптикоэлектроники пополняют арсенал эффективных лечебных методов [1], в частности, стал достаточно широко применяться поляризованный свет. Этот вид светолечения является результатом