Бобкова И.Л., Зиновенко О.Г.

Белорусская медицинская академия последипломного образования, Минск, Беларусь

Bobkova I., Zinovenko O.

Belarusian Medical Academy of Postgraduate Education, Minsk, Belarus

Выбор параметров низкоинтенсивного лазерного излучения для использования в комплексной терапии хронического генерализованного пародонтита

Choice of Low-Intensity Laser Radiation Parameters for Use in Complex Therapy of Chronic Generalized Periodontitis

Резюме

Хронический генерализованный пародонтит характеризуется высокой распространенностью среди взрослого населения. Актуален поиск новых действенных методов лечения данной патологии. Одним из путей повышения эффективности является применение комплексных методов лечения, основанных на сочетании лазерного излучения с медикаментозным воздействием. Целью работы являлся выбор параметров низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) для использования в комплексной терапии хронического генерализованного пародонтита.

Ключевые слова: хронический генерализованный пародонтит, низкоинтенсивное лазерное излучение, пробиотик.

Abstract

Periodontal diseases are widely spread among the adult population. A search of new effective methods of treating gingivitis and periodontitis is actual.

One of the ways to improve the efficiency of treating this pathology is the use of complex methods of treatment based on a combination of laser radiation and medicinal effect. The aim of the study was to investigate the effect of low intensity laser radiation for using in the complex therapy of chronic generalized periodontitis.

Keywords: chronic generalized periodontitis, low intensity laser radiation, probiotic.

■ ВВЕДЕНИЕ

Болезни пародонта относятся к числу наиболее распространенных стоматологических заболеваний. По данным эпидемиологических исследований, проведенных в Республике Беларусь в 2006 г., у пациентов возрастной группы 35–44 года болезни пародонта зарегистрированы в

92,5±1,3% случаев. Взаимосвязь патологии пародонта с общим состоянием здоровья пациентов, установленная многочисленными научными исследованиями, обусловлена нарушениями метаболизма, гемодинамики, нейрорегуляции, иммунологического статуса, а также сдвигами микробиоценоза. Хроническая системная патология и заболевания пародонта способны оказывать друг на друга взаимоотягивающее влияние, при этом традиционные лечебные воздействия у таких пациентов зачастую оказываются недостаточно результативными [5]. Учитывая высокую частоту встречаемости системных заболеваний у пациентов с патологией пародонта, актуален поиск новых эффективных методов лечения с использованием средств, оказывающих комплексное воздействие на ткани пародонта.

Лазерная терапия, основанная на использовании низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ), относится к числу наиболее перспективных методов в современной физической медицине. Данный вид излучения в последнее время широко используется для лечения различных стоматологических заболеваний. Значительное влияние на результат воздействия НИЛИ оказывает длина волны, которая определяет глубину проникновения лазерного излучения. В лазерной терапии обычно применяется световое излучение в красном и ближнем инфракрасном спектральном диапазоне. Действие его на организм связано с поглощением лучей поверхностными слоями кожи и слизистых оболочек. Данное излучение обладает анальгезирующим, противовоспалительным действием, ликвидирует отек и гипоксию в тканях за счет улучшения микроциркуляции, стимулирует регенерацию путем стимуляции дифференцировки фибробластов [3]. Под воздействием лазерного света на твердые ткани зуба усиливается метаболизм клеточных элементов пульпы. При облучении эмали происходят структурные изменения, способствующие увеличению содержания кальция и фосфора, уменьшающие кислотное растворение эмали (Myers M.L, 1991).

Такие параметры излучения генерируют лазерные аппараты производства Республики Беларусь «Снаг» (0,81; 0,98; 1,06 мкм), «Родник-1» (0,845–0,9; 0,67 мкм), «Люзар-МП» (0,82; 0,6 мкм), «Вектор-03, -04» (0,65 мкм), «Матрикс-Стоматолог» (0,81; 0,633 мкм), «Милта-Ф-5-01» (0,85–0,95; 0,63 мкм), «Узор-А-2К-Профи» (0,86; 0,63 мкм), «Шатл-Комби» (0,632; 0,87 мкм), «Скаляр-Панатрон» (0,86; 0,63 мкм), «Латон» (0,84; 0,65 мкм), «Лост-02» (0,65 мкм), «Рефтон-01-ФЛС» (0,65 мкм), которыми оснащены учреждения здравоохранения.

Одним из путей повышения эффективности лазерной терапии является применение комплексных методов лечения, основанных на сочетании лазерного излучения с медикаментозным лечением [6]. Поскольку ведущая роль в развитии болезней пародонта принадлежит микроорганизмам, целесообразно включение в схему лечения препаратов, оказывающих воздействие на патогенную микрофлору.

В настоящее время перспективным направлением в медицине является использование пробиотиков – лекарственных препаратов, которые содержат в составе живые микроорганизмы, являющиеся представителями нормальной микрофлоры человека. Среди представителей нормального микробиоценоза полости рта наибольшее физиологическое значение имеет род *Lactobacillus*. Лактобациллы –

микроаэрофильные грамположительные бактерии, не образующие спор и не продуцирующие каталазу. Молочнокислые бактерии проявляют антибактериальную активность в отношении патогенных и условно патогенных микроорганизмов. Имеются многочисленные сведения о способности лактобацилл к влиянию на систему иммунитета, которое проявляется в стимуляции фагоцитарной активности нейтрофилов, макрофагов, синтеза иммуноглобулинов, образования интерферонов, интерлейкинов и фактора некроза опухолей. Молочнокислые палочки обладают способностью блокировать рецепторы клеток слизистых микроорганализма, препятствуя адгезии патогенных микроорганизмов.

Лактобациллы входят в состав резидентной микрофлоры полости рта. Их количественное содержание в полости рта здоровых людей составляет 10^3 – 10^4 КОЕ/мл [1]. Пробиотики, содержащие лактобактерии, оказывают иммуностимулирующее действие, не имеют побочных эффектов и противопоказаний при местном использовании [2, 4]. С учетом различных патогенетических механизмов влияния НИЛИ и пробиотика представляется перспективным использование их сочетанного воздействия при лечении заболеваний пародонта.

Однако вопросы взаимодействия живых культур пробиотиков с лазерным излучением, широко применяемым в стоматологической практике, требуют тщательного изучения. Выбор оптимальных длин волн излучения (в том числе не совпадающих с традиционно используемыми) с точки зрения отсутствия угнетающего воздействия на рост лактобактерий, входящих в состав пробиотика, представляет актуальную практическую задачу.

■ ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследование влияния низкоинтенсивного красного и инфракрасного лазерного излучения спектральных областей $\sim 0,65$; $\sim 0,81$; $\sim 1,3$ и ~ 2 мкм в дозе облучения $0,6$ Дж/см² на рост культуры лактобактерий, входящих в качестве основного действующего начала в состав отечественного пробиотического препарата.

■ МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве излучателей использовались: лазерные диоды (номинальная длина волны излучения в максимуме $0,65$ мкм (аппарат «Вектор-03», УП «Азгар», Республика Беларусь) и $0,806$ мкм при температуре 25 °С («АТС», СПб., Россия)), диодно-накачиваемый неодимовый лазер, генерирующий в канале $\sim 1,3$ мкм, и диодно-накачиваемый тулиевый лазер (экспериментальный образец, длина волны излучения в максимуме $1,96$ мкм, ширина спектра ~ 10 нм), генерирующие в непрерывном режиме. Излучение лазеров выводилось в кварцевый оптический световод с диаметром ядра 600 мкм, стыкующийся со специальной насадкой, обеспечивающей сглаженное распределение интенсивности выходного излучения на площади ~ 1 см². Облучение бактериальных культур проводилось при плотности мощности излучения 15 мВт/см², время воздействия составляло 40 с, что соответствовало дозе $0,6$ Дж/см².

Действующее начало отечественного пробиотического препарата представляет собой лиофилизированную микробную массу живого антагонистически активного штамма лактобактерий (*Lactobacillus*

acidophilus Ke-10). В одной дозе препарата содержится не менее 10^8 живых особей лактобацилл. Отечественный пробиотический препарат готовили к применению согласно инструкции фирмы-производителя, после чего получали разведения 10^7 КОЕ/мл, 10^6 КОЕ/мл и 10^5 КОЕ/мл, в которых наблюдали изолированный рост колоний лактобактерий. Подготовленный препарат объемом 0,1 мл равномерно наносили на селективную питательную среду Рогозы – Шарпа – Мана, предварительно разлитую в чашки Петри. Облучение культуры лактобактерий производили через отверстие площадью ~ 1 см² специального стерильного шаблона, после чего чашки Петри устанавливали в эксикатор и помещали в термостат на 48 ч при температуре 37 °С. Подсчет числа выросших колоний производили на 3-и сутки. При этом общую площадь чашки Петри условно делили на 4 равных сегмента, 2 из которых подвергали облучению. Подсчет количества колоний в этих сегментах позволял оценить влияние НИЛИ на жизнедеятельность лактобактерий. Число колоний в 2 других сегментах, не подвергавшихся облучению, составляло контрольное значение. В ходе эксперимента было изучено 612 образцов.

■ РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Статистическая обработка экспериментальных данных показала, что при облучении культуры лактобактерий НИЛИ с длиной волны 0,65 мкм в разведении -2 количество колоний лактобактерий в опыте по сравнению с контролем возросло, однако увеличение оказалось статистически недостоверным. При изучении влияния этой длины волны на культуру в разведении -3 полученные данные достоверно различались (78 [19; 248] и 69,5 [13; 273,5] соответственно), а при облучении культуры в разведении -4 количество колоний по сравнению с контролем возросло в 1,3 раза.

При облучении культуры НИЛИ с длиной волны 0,81 мкм во всех трех разведениях не было получено статистически значимых различий.

Облучение культуры лактобактерий в разведении 10^7 КОЕ/мл и 10^5 КОЕ/мл лазерным излучением с длиной волны 1,3 мкм выявило статистически достоверные различия между группами. Количество колоний лактобактерий в опытной группе увеличилось на 30% по сравнению с контрольной. Воздействие излучения с теми же параметрами на культуру в разведении 10^6 КОЕ/мл не привело к достоверным изменениям.

При облучении культуры лактобактерий лазером с длиной волны 2 мкм количество колоний по отношению к контролю возрастало в 1,5 раза при разведении препарата в степенях 10^7 КОЕ/мл и 10^5 КОЕ/мл и в среднем в 1,4 раза при разведении в 10^6 КОЕ/мл степени.

Можно предположить, что начальным пусковым моментом биологического действия НИЛИ с длиной волны 0,65 мкм является локальный нагрев, который вызывает высвобождение ионов кальция из внутриклеточного депо и распространение их в цитозоле клетки, что инициирует различные кальций-зависимые процессы [6]. После этого в живых тканях развиваются такие вторичные адаптационные и компенсаторные реакции, как активизация метаболизма клеток, повышение их функциональной активности и др.

Лазерное излучение спектрального диапазона 0,8 мкм широко используется как в терапии, так и в хирургической медицинской практике, в том числе в стоматологии. Терапевтические стоматологические лазеры данного диапазона спектра в основном представлены различными лазерными диодами (~800–830, ~980 нм). Не вызывают сомнения различные биологические эффекты, возникающие в ответ на воздействие данного излучения. Низкоинтенсивное лазерное излучение спектральной области 0,8 мкм обладает противовоспалительным, противоотечным, противомикробным, обезболивающим действием, нормализует микроциркуляцию в тканях периодонта и слизистой оболочки полости рта, усиливает регенерацию тканей (в том числе костной). Можно полагать, что основным механизмом действия таких лазеров является поглощение их излучения молекулой гемоглобина, коэффициент поглощения которого в данной области значительно выше в сравнении с другими молекулярными компонентами крови. Отсутствие данного первичного акцептора в культуре лактобактерий позволяет объяснить отсутствие выраженного влияния излучения спектральной области 0,8 мкм на их жизнедеятельность.

Эффект воздействия излучения с длиной волны ~1,3 мкм на культуру лактобактерий, в соответствии с литературными данными, можно связать с тем, что лазерный свет с такими параметрами генерирует высокоэнергетический синглетный (возбужденный) кислород [6]. Последний, воздействуя на клеточные мембраны, изменяет антигенные свойства тканей, ведет к изменению структуры ряда соединений, содержащих двойные химические связи – его акцепторы (пуриновых и пиримидиновых оснований, ненасыщенных жирных кислот, фосфолипидов и т. д.). После этого в живых тканях развиваются такие вторичные адаптационные и компенсаторные реакции, как активизация метаболизма клеток, повышение их функциональной активности и др.

Эффект влияния излучения с длиной волны ~2 мкм на культуру лактобактерий, по-видимому, можно связать с наличием универсального первичного акцептора в этой спектральной области. Данная область совпадает с одним из интенсивных максимумов поглощения воды, в котором коэффициент поглощения приближается к 100 см^{-1} .

При выборе параметров лазерного излучения необходимо учитывать оснащение учреждений здравоохранения аппаратами. Следует констатировать тот факт, что с учетом влияния изученных нами длин волн НИЛИ на культуру пробиотика сегодня из всего имеющегося ассортимента доступны приборы, генерирующие излучение с длиной волны 0,65 мкм.

Принимая во внимание состояние кислотно-основного равновесия полости рта, целесообразным представляется использование раствора пробиотика в минимальном разведении.

■ ВЫВОДЫ

1. Выявлена селективность стимулирующего воздействия лазерного излучения на рост культуры лактобактерий по отношению к длине волны.

2. Достоверное увеличение количества колоний лактобактерий зарегистрировано при облучении пробиотической культуры при длинах волн 0,65 мкм (разведения 10^6 КОЕ/мл и 10^5 КОЕ/мл), 1,3 мкм (разведения 10^7 КОЕ/мл и 10^5 КОЕ/мл) и 2 мкм в разведениях 10^7 КОЕ/мл, 10^6 КОЕ/мл и 10^5 КОЕ/мл при плотности потока мощности 15 мВт/см и дозе облучения 0,6 Дж/см².
3. Для применения в стоматологической практике на сегодняшний день можно рекомендовать использование НИЛИ с длиной волны 0,65 мкм (плотность потока мощности 15 мВт/см, доза облучения 0,6 Дж/см²) в сочетании с отечественным пробиотическим препаратом в разведении 10^5 КОЕ/мл.
4. Полученные научные данные о влиянии НИЛИ с длиной волны 1,3 и 2 мкм на рост культуры лактобактерий являются перспективными и могут быть использованы при разработке новых лазерных аппаратов для медицинского использования.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

■ ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Glushanova N.A. (2003) Biologicheskiye svoystva laktobatsill [Biological properties of lactobacillus]. *Byul. sib. meditsiny*, no 4, pp. 50–58.
2. Grudyanov A.I., Dmitriyeva N.A., Fomenko E.V. (2006) *Primeneniye probiotikov v kompleksnom lechenii vospalitelnykh zabolevaniy parodonta* [The use of probiotics in the complex treatment of inflammatory periodontal diseases]. Moscow: MIA. (in Russian)
3. Ivanov A.S. (2000) *Rukovodstvo po lazeroterapii stomatologicheskikh zabolevaniy* [Dental Disease Laser Therapy Guide]. SPb.: SPbGMA.
4. Chukhray I.G., Marchenko E.I., Bobkova I.L., Dudko N.V., Batay L.E. (2013) *Primeneniye preparata na osnove laktobakteriy i nizkointensivnogo lazernogo izlucheniya v kompleksnom lechenii khronicheskogo generalizovannogo periodontita* [Application of the drug based on lactobacilli and low-intensity laser radiation in the complex treatment of chronic generalized periodontitis]. *Fundamentalnyye nauki – meditsine: materialy mezhdunar. nauch. konf.* [Fundamental sciences – medicine: materials of the international. scientific. conf.]. Minsk, pp. 380–384.
5. Bobkova I.L. (2014) Osobennosti somaticheskogo statusa patsiyentov s diagnozom khronicheskoy generalizovannoy parodontit [Features of the somatic status of patients diagnosed with chronic generalized periodontitis]. *Integrativnaya meditsina v chelyustno-litsevoy khirurgii i stomatologii: sb. tr. Resp. nauch.-prakt. konf. s mezhdunar. uchastiyem «Parinskiye chteniya 2014»* [Integrative medicine in maxillofacial surgery and dentistry: collection of articles of the Republican Scientific and Practical Conference with International Participation "Parinsky readings 2014" (Minsk, April 10-11, 2014)]. Minsk, pp. 374–376.
6. Ulashchyk V.S., Volotovskaya A.V. (2007) Current and long-term technologies of laser therapy. *Proceedings of SPIE*, vol. 6734, pp. 118–123.

Подана/Submitted: 18.05.2021

Принята/Accepted: 27.08.2021

Контакты/Contacts: olia.zinovenko@yandex.by