

УДК 615.849.19.03:611-018.7].015.4

ВЛИЯНИЕ НИЗКОИНТЕНСИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА КЛЕТКИ БУККАЛЬНОГО ЭПИТЕЛИЯ

Яковлев М.В., Батог К.А.

ФГБОУ ВО "Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера" Минздрава России, Пермь, Россия

(614000, Пермь, ул. Петропавловская, 26), e-mail: kirill_batog18@mail.ru; mikhailyak@mail.ru

Яковлев М.В. (Yakovlev M.V.) – студент стоматологического факультета ФГБОУ ВО “Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера” Минздрава России

Батог К.А. (Batog K.A.) – студент стоматологического факультета ФГБОУ ВО “Пермский государственный медицинский университет им. акад. Е.А. Вагнера” Минздрава России

Специальность 03.03.04 – Клеточная биология, цитология, гистология.

Реферат. Для современной медицинской науки характерно увеличение внимания к методам физического воздействия на патологические процессы. Однако, накоплено недостаточно сведений о влиянии некоторых из них на эукариотические клетки здорового организма. Наиболее широко в последнее время лазерные аппараты применяются в стоматологической практике, как с целью лечебного воздействия, так и для усиления процессов регенерации, а также для профилактики ряда заболеваний. В настоящей работе представлены основные процессы возникающие в эпителиальных клетках человека при воздействии низкоинтенсивного лазерного излучения. Показано, что действие лазерного излучения на буккальный эпителий зависит от ряда физических параметров, таких как мощность и время воздействия. Наиболее подвержены лазерному воздействию в буккальных эпителиоцитах Са-зависимые процессы. Для лечебного применения необходимо проводить подбор таких условий воздействия лазера, как время, мощность и интенсивность.

Ключевые слова. Лазерное излучение, эукариоты, эпителиоциты.

INFLUENCE OF LOW-INTENSITY LASER RADIATION ON BUCCAL EPITHELIUM CELLS

Yakovlev M.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Academician Ye.A. Vagner Perm State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Perm, Russia

Batog K.A.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Academician Ye.A. Vagner Perm State Medical University» of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation, Perm, Russia

Abstract. Increase in an attention to methods of physical impact on pathological processes is characteristic of the modern medical science. However, not enough data on influence of some of them on eukaryotic cells of a healthy organism have saved up. Most widely recently laser devices are uses in dental practice, both for the purpose of medical influence, and to strengthening of processes of regeneration, and also to prophylaxis of a number of diseases. In the real work the basic processes arising in epithelial cells of the person at influence of low-intensity laser radiation are presented. It is shows that action of a laser radiation on a buccal epithelium cells depends on a number of physical properties, such as power and time of influence. Ca-dependent processes are most subject to laser influence in the buccal epithelium cells. For medical application it is necessary to carry out selection of such conditions of influence of the laser as time, power and intensity.

Keywords: Laser radiation, eukaryotes, epithelial cells.

В настоящее время все шире изучаются возможности терапевтического применения низкоинтенсивного лазерного излучения (НИЛИ) в стоматологии [6]. Когерентное электромагнитное излучение оптического диапазона по своей физической сущности абсолютно идентично свету Солнца, о целебных свойствах которого было известно еще до нашей эры, судя по трудам Гиппократ, Геродота и др. Отличие лишь в том, что лазер имеет высокую степень когерентности и монохроматичности. Показано действие на прокариотические клетки [4], однако данных о влиянии на эукариотические клетки существенно меньше. В настоящее время задача ученых сводится к исследованию процессов, возникающих в клетках ротовой полости, при действии на них лазерного света. Известно, что клетки эпителиального слоя слизистой оболочки представляют собой первую и важнейшую линию защиты организма человека [2,3,5,10].

Цель исследования – проанализировать литературные данные о процессах,

возникающих в клетках буккального эпителия при воздействии на них низкоинтенсивного лазерного излучения.

Выделяют следующие виды лазерного воздействия [1]:

- Термическое – в результате поглощения клетками световой энергии лазерного света;
- Механическое – основано на давлении света в результате воздействия потока фотонов на облучаемый объект;
- Электромагнитное – очень слабое и пока не принимается в расчет;
- Биологическое – вызывается НИЛИ и приводит к изменению параметров клеток, их структурных единиц.

Терапевтическое действие НИЛИ может быть вызвано термодинамическими реакциями при поглощении когерентного, монохроматического и поляризованного излучения внутриклеточными компонентами. Можно предположить, что при воздействии лазерного излучения возможен локальный нагрев акцепторов на десятки градусов, вследствие чего происходят значительные термодинамические изменения как в группе хромофоров непосредственно, так и в окружающих областях, что приводит к существенным изменениям свойств молекул. То есть, если малая ширина спектральной линии сравнима с полосой поглощения макромолекулы, то такое излучение вызовет колебание всех энергетических уровней и произойдет лишь слабый, на доли градуса, нагрев всей молекулы. Тогда как узкий спектр, характерный для лазерного излучения, вызовет локальный нагрев уже на десятки градусов, вся энергия лазера будет выделяться на небольшом локальном участке макромолекулы, вызывая термодинамические изменения, достаточные для запуска дальнейшего физиологического отклика. Следствием фотоиндуцированного «поведения» макромолекул является высвобождение ионов кальция из депо. При этом увеличивается концентрация ионов кальция в цитозоле. Под влиянием НИЛИ волны повышенной концентрации Ca^{2+} распространяются в цитозоле и между группой клеток буккального эпителия, стимулируя кальций-зависимые процессы[7]:

- Усиление синтеза ДНК и РНК;
- Увеличение редокс-потенциала митохондрий; увеличение синтеза и накопления АТФ;
- Высвобождение активных форм кислорода;
- Высвобождение NO;
- Контроль экзоцитоза;
- Изменение внутриклеточного отклика на действие гормонов.

Следствием данных процессов является возникновение вторичных эффектов, которые представляют собой комплекс адаптационных и компенсаторных реакций[3]:

- Активация метаболизма клеток буккального эпителия и повышение их функциональной активности;
- Стимуляция репаративных процессов;
- Противовоспалительное действие;
- Анальгезирующее действие;
- Иммуностимулирующее действие;
- Активизация микроциркуляции крови и повышение уровня трофического обеспечения буккального эпителия.

Важно помнить, что терапевтический эффект достигается только при правильной комбинации параметров НИЛИ. К таким параметрам относятся мощность, длина волны и время воздействия. Длина волны – расстояние, на которое распространяется волна за один период колебаний. В оптическом диапазоне более удобная единица, чем частота, с которой длина волны связана соотношением $\lambda = c/v$, где c – скорость света, равная 3×10^8 м/с, v – частота электромагнитных колебаний. Единица измерения в СИ – метр (м). На практике чаще используют микрометр (мкм) – 10^{-6} метра, а в лазерной терапии спектральный диапазон таков, что удобнее длину волны измерять в нанометрах (нм) – 10^{-9} метра. Мощность – основная энергетическая характеристика электромагнитного излучения оптического диапазона. Единица измерения – ватт (Вт). На практике для непрерывных лазеров более удобно использовать производную единицу измерения – мВт (10^{-3} Вт), поскольку НИЛИ именно такого порядка мощностей применяют в лазерной терапии. Временной параметр выражается в модуляции излучения. Модуляция излучения – процесс изменения во времени мощности излучения (амплитудная), частоты (частотная), фазы (фазовая). На практике в лазерной терапии используется только амплитудная модуляция, которая описывается следующими параметрами; длительность импульса – время, когда происходит излучение. Темновой период – время отсутствия излучения; период и частота, а также скважность – отношение периода к длительности импульса излучения. В соответствии с этим различают три основных режима излучения[8]:

- Непрерывный – мощность лазерного источника не меняется за время воздействия, при этом средняя мощность равна максимальной. Измеряется в милливаттах (мВт) – для физиотерапии. В лазерной терапии используют лазерные источники (головки) мощностью от 1–2 мВт до нескольких десятков мВт в наружных или полостных методиках.
- Импульсный – излучение происходит за очень короткий промежуток времени в виде редко повторяющихся (относительно их длительности), но больших по амплитуде импульсов.
- Модулированный – периодически меняется амплитуда излучения.

Соответственно, от выбора режима излучения, длины волны и мощности меняется эффект оказываемый лазером на клетки буккального эпителия. Обычно, оптимальные показатели для проведения терапии указываются производителем аппарата низкоинтенсивного лазерного излучения.

Заключение. Таким образом, действие НИЛИ на буккальный эпителий зависит от ряда физических параметров, таких как мощность и время воздействия. Наиболее подвержены лазерному воздействию в буккальных эпителиоцитах Са-зависимые процессы.

Литература:

1. Богатырева В.В. Влияние низкоинтенсивного лазерного излучения на живые клетки // Научно технический вестник информационных технологий. - 2006. - №26. - С. 10-17.
2. Годовалов А.П., Быкова Л.П., Шипилина Е.Д. Некоторые особенности лабораторной диагностики дисбиотических состояний полости рта // В мире научных открытий. - 2010. - № 4-14. - С. 7-8.
3. Годовалов А.П., Лебединская О.В., Комарова Ю.Р. Роль эпителиоцитов в защите слизистых оболочек дыхательных путей // В мире научных открытий. - 2010. - № 4-14. - С. 9-10.
4. Колущинский В.Э., Гуляева А.И., Быкова Л.П., Годовалов А.П. Изучение действия инфракрасного лазерного излучения на чувствительность *Staphylococcus aureus* к антибиотикам // Теоретические и прикладные аспекты современной науки. - 2014. - № 5-2. - С. 46-49.
5. Комарова Ю.Р., Годовалов А.П., Лебединская О.В. Участие эпителиоцитов в местной защите при воспалительных заболеваниях дыхательных путей // Успехи современного естествознания. - 2010. - №7. - С. 50-51.
6. Мозговая Л.А., Задорина И.И., Быкова Л.П., Годовалов А.П. Микрофлора корневых каналов зубов в динамике лечения хронических форм апикального периодонтита // Саратовский научно-медицинский журнал. - 2013. - Т.9, №3. - С. 447-449.
7. Москвин С.В. О первичных механизмах терапевтического действия низкоинтенсивного лазерного излучения // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. - 2012. - №3. - С. 42-45.
8. Москвин С.В. Эффективность лазерной терапии. Серия «Эффективная лазерная терапия». Т. 2. – М.–Тверь: ООО «Издательство «Триада», 2014. - С. 29-46.
9. Светлакова Е.Н., Мандра Ю.В., Жегалина Н.М. Применение низкоинтенсивного лазерного излучения в комплексном лечении тканей пародонта // Проблемы стоматологии. - 2010. -

№5. - С. 8-11.

10. Экспериментальные модели в патологии: учебник / В.А. Черешнев [и др.]. – Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 2014. – 324 с.