

ФГБОУ ВО Тверской государственный медицинский университет Минздрава России

В статье представлены данные о лазерах, применяемых в стоматологии, их уникальных способностях и востребованности этого изобретения в мире медицины.

Ключевые слова: лазер, длина волны, биологические ткани, лечение, исследования.

DESCRIPTION AND APPLICATION OF LASERS IN DENTISTRY

*I.S. Karnaukhov , E.V. Chestnyh
Tver State Medical University*

The article presents data on lasers used in dentistry, their unique abilities and demand in the world of medicine.

Key words: laser, wavelength, biological tissues, treatment, research.

Сегодня трудно представить развитие медицинской науки без использования лазера. Взаимодействие лазерного излучения с материалами показывает одну из фундаментальных и еще не до конца решенных проблем современной физики. Термин лазер - аббревиатура слов английского выражения Laser Amplification by Stimulated Emission of Radiation, что переводится как-усиление света вынужденным излучением[10].

В 1916 году Альберт Эйнштейн создал теорию взаимодействия излучения с веществом, из которой вытекала принципиальная возможность создания квантовых усилителей и генераторов электромагнитных волн, и Алексей Толстой в своем знаменитом романе "Гиперболоид инженера Гарина", писал примерно об этом же [26]. Первый лазер, использующий видимый, свет был разработан в 1960 году - в качестве лазерной среды использовался рубин, генерирующий красный луч интенсивного света. Основным компонентом лазера является активная среда. Она представляет „мозг” всей установки, в котором активируемые электроны излучают фотоны. В зависимости от типа активной среды лазеры делят на:

*Твердотельные: эрбиевый, неодимовый

*Жидкостные на красителе

*Газовые:СО₂-лазер

*Полупроводниковые или диодные

В зависимости от энергии лазерного луча различают лазеры с „мягким и жестким” излучением. К лазерам с жестким излучением относятся хирургические. Кроме того, все лазеры по уровню безопасности делят на 4 класса, а по характеру воздействия на ткани-обратимого и необратимого действия. Большинство лазеров, применяемых в медицине, принадлежат III и IV классу . Поэтому там, где используют лазеры, должны быть обеспечены все меры безопасности[27].

Была приведена классификация лазеров.

1. По типу рабочего вещества[4,7]

1.Газовые : аргоновый, криптоновый, гелий-неоновый, СО₂-лазер; группа эксимерных лазеров.

2.Лазеры на красителях (жидкостные) . Рабочее вещество представлено органическим растворителем (метанол, этанол или этилен-гликоль), в котором растворены химические красители , такие как кумарин , родамин и др. Конфигурация молекул красителя определяет рабочую длину волны.

3.Лазеры на парах металлов: гелий-кадмиевый, гелий-ртутный, гелий-селеновый лазеры, лазеры на парах меди и золота.

4.Твердотельные. В данном типе излучателей в качестве рабочего вещества выступают кристаллы и стекло. Типичные используемые кристаллы: иттрий-алюминиевый гранат (YAG-yttrium aluminum garnet), иттрий-литиевый фторид (YLF-Yttrium lithium fluoride), сапфир (оксид алюминия) и силикатное стекло. Сплошной материал, как правило, активируется добавкой небольшого количества ионов хрома, неодима, эрбия или титана. Примеры наиболее распространенных вариантов — Nd:YAG, титан-сапфир, хром-сапфир (известный также как рубин), легированный хромом стронций-литий-алюминиевый фторид (Cr:LiSAI), Er:YLF и Nd: glass (неодимовое стекло).

5.Лазеры на основе полупроводниковых диодов. В настоящее время по совокупности качеств являются одними из наиболее перспективных для использования в медицинской практике.

II. По способу накачки лазера, т.е. по пути перевода атомов рабочего вещества в возбужденное состояние

1.Оптические. В качестве активирующего фактора используется электромагнитное излучение, отличное по квантовомеханическим параметрам от того, которое генерирует аппарат (другой лазер, лампа накаливания и др.)

2.Электрические. Возбуждение атомов рабочего вещества осуществляется за счет энергии электрического разряда.

3.Химические. Для накачки этого вида лазеров используется энергия химических реакций.

III. По мощности генерируемого излучения

1.Низкоинтенсивные. Генерируют мощность светового потока порядка милливатт. Применяются для проведения физиотерапии.

2.Высокоинтенсивные. Генерируют излучение с мощностью порядка ватт. В стоматологии применяются достаточно широко и могут быть использованы.

Что касается самой стоматологии, так в ней были выделены определенные типы лазеров:

Тип I: Аргоновый лазер, используемый для препарирования и отбеливания зубов, медикаментозной гипертрофии десен.

Тип II: Аргоновый лазер, применяемый при операциях на мягких тканях.

Тип III: Nd: YAG, CO₂, диодные лазеры, применяемые при операциях на мягких тканях, удаления доброкачественных опухолей.

Тип IV: Er: YAG-лазер, предназначенный для препарирования твердых тканей зуба, удаления разрастания десны вокруг имплантата.

Тип V: Er, Cr: YSGG-лазеры, предназначенные для препарирования и отбеливания зубов, эндодонтических вмешательств, а также для хирургического воздействия на мягкие ткани. По химической структуре рабочее вещество представляет собой иттрий-скандий-галлиевый гранат, модифицированный атомами эрбия и хрома. Рабочая длина волны данного типа излучателей 2780 нм. Среди хирургических аппаратов в силу своей универсальности и высокой технологичности различные модификации YSGG-лазера наиболее популярны хотя и дорогостоящи.

Каждый материал максимально поглощает излучение лишь определенной длины волны [3]. Глубина проникновения низкоэнергетического лазерного излучения в биообъект зависит, в первую очередь, от длины электромагнитной волны [6].

Исследованиями установлено, что проникающая способность излучения от ультрафиолетового до оранжевого диапазона увеличивается соответственно от 1-20 мкм до 2,5 мм. Глубина проникновения в красном диапазоне увеличивается до 20-30 мм, с пиком проникающей способности в ближнем инфракрасном (при длине волны от 950-1064 нм до 70 мм) и резким снижением ее до долей миллиметра в дальнейшем инфракрасном диапазоне [5-11]. С другой стороны, поглощающая способность биотканей (например, твердые ткани зуба) для излучения неодимового лазера (Nd:YAG -1064 нм) совсем не высока и зависит от такого параметра как длительность излучения [27]. Применение импульсов большой длительности

(субмиллисекундные и дольше) приводит к реализации тепловых механизмов и повреждению тканей, так как энергия импульса накапливается и глубоко проникает в ткань, в результате чего возможно развитие необратимых повреждений пульпы [18].

Исследования, приведенные Беликовым А.В и Пушкаревой А.Е [17], показывают, что воздействие импульсов в нано- и субнаносекундном диапазоне излучения неодимового лазера на твердые ткани зуба (ультракороткие импульсы) не приводит к существенному повышению температуры пульпы. Уменьшение длительности воздействия лазерного излучения позволяет избежать денатурации органических компонентов тканей, прилегающих к облученной поверхности, при этом уменьшается и вероятность термического повреждения пульпы [13-15]. Однако взаимодействие ультракоротких импульсов с твердой тканью приводит к реализации нетеплового механизма абляции твердых тканей зуба (фотодеструкции), при котором происходит изменение фрактуры за очень короткий промежуток времени. Это, в свою очередь, приводит к возникновению ударной волны и, как следствие, к быстрому удалению твердых тканей зуба [28]. По данным литературы, воздействия микросекундного Nd:YAG –лазера не вызывает повышения температуры в пульповой камере, способного повреждать ткани. Однако остается открытым вопрос о возможности повреждения излучением клеточных структур пульпы зуба, так как в ней имеются тканевые элементы, например эритроциты, содержащие гемоглобин, который является хромофором для ND:YAG -лазера [8].

Наибольшее клиническое применение в стоматологии получили диодный, углекислый (CO₂), неодимовый (Nd:YAG)-и эрбиевые (Er: YAG) лазеры [19-29]. Сфера применения лазеров зависит от спектральной поглощающей способности биологических тканей [1-3]. Это важно учитывать при проведении стоматологических манипуляций, так как только некоторые типы лазеров, например Nd:YAG, годятся для обработки твердых тканей зуба. Потенциальная опасность и отсутствие специфичности к зубным тканям ограничивают их применение [7]. Монохроматичность лазерного света придает ему уникальное свойство. Луч лазера вызывает изменения в среде, которая его поглощает, а степень поглощения зависит от оптических свойств материала [9]. Кроме того, многими учеными отмечено, что лазер способен оказывать элиминирующий эффект на различные микроорганизмы, тем самым обеззараживая рабочую поверхность. Диодные лазеры уже достаточно широко применяются в стоматологии при работе на мягких тканях и обладают определенной длиной волны (792-1040 нм). Длина волны не единственный параметр, который необходимо учитывать при работе с разными биологическими тканями [11,15,21]. Для эффективной работы, кроме длины волны, имеют значение следующие параметры – мощность излучения (0,5-7 Вт) и импульсный режим работы, который в свою очередь обладает важными меняющимися параметрами: длительность импульсов, их количество и частота следования [22,25]. 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. Накопленный опыт применения диодного лазера показывает хороший гемостатический эффект, что приводит к минимальной рецессии десневого края [12,9]. 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 снизить сроки эпителизации раны вдвое. S.B. Bozkurt 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* [22]. 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 [16,17,22]. Результаты исследований A. Domínguez и соавт. (2010) показали преимущества лазерного

лечения стоматологических заболеваний, подтвердили высокоэффективное и безопасное использование диодных лазеров[22].

Еще один наиболее популярный лазер среди стоматологов-эрбиевый (длина волны 2940 и 2780 нм). На сегодняшний день применение эрбиевых лазеров в стоматологии расширено и их использование разрешено для полостей всех классов, для удаления мягких тканей, для обеззараживания внутри корневых каналов, в качестве альтернативы высокоскоростного наконечника для работы на кости в челюстно-лицевой хирургии. Кроме того, получены положительные результаты применения эрбиевого лазера при воздействии на периодонт, в том числе удалении отложений. Излучение эрбиевого стоматологического лазера находится в инфракрасном спектре, т.е. этот вид лазерного излучения является тепловым, поэтому при работе лазера обязательно необходимо использовать водяное и воздушное охлаждение, т.к. излучение превосходно поглощается водой и гидроксипатитом. Наиболее перспективный лазер для стоматологии[14,19]. Подходит для работы на твердых и мягких тканях, не имеет недостатков предшественников и более широкий спектр применения, практически полностью совпадающий со спектром заболеваний, с которыми приходится сталкиваться стоматологу[21,22]. Действие лазерного излучения основано на гидрокинетическом эффекте-абсорбции мельчайшими водными частицами оптической энергии лазера, приводящее к возникновению возбужденных микрочастиц, что позволяет делать точные разрезы мягких тканей и проводить препарирование твердых тканей[11,21].

Вывод: в мире наблюдается устойчивая тенденция к росту использования лазеров и разработок новых лазерных технологий во всех областях медицины. Внедрение лазеров в здравоохранение имеет большой социально-экономический эффект. Лазер как инструмент лечебного воздействия сегодня привлекателен не только для врача, но и для пациента[24,26]. Медицинское применение лазеров основывается на следующих механизмах взаимодействия света с биологическими тканями: 1) невозмущающем воздействии, которое используется для создания различных диагностических приборов; 2) фотодеструктивном действии света, которое преимущественно используется в лазерной хирургии; 3) фотохимическом действии света, лежащем в основе применения лазерного излучения как терапевтического средства[18,26].

Список используемых источников

1. Александров М.Т. Использование лучей гелий-неонового лазера для лечения некоторых заболеваний слизистой оболочки полости рта //М.Т. Александров, Р.А. Байкова, Б.Д. Полнарева/Стоматология. 1977.Т. 56, №4.С. 18-20.
2. Александров М.Т. Лазеры в стоматологии //М.Т. Александров, А.А. Прохончуков - Лазеры в клинической медицине.// М. : Медицина, /1981 С. 331-351.
3. Аносов В.А. Лечение зубов без бормашины. // М. Клиническая стоматология /№1. 2011 – С.18–19.
4. Бучнев С.А., Рунков В.П., Потапов В.Н. Проникающая способность лазерного излучения через биологические ткани и органы - 3-я
5. Владимиров Ю.А. Лазерная терапия: настоящее и будущее // М. Соросовский образовательный журнал N 12. / 1999. - С.2-8.
6. Жулев Е.Н. Ортопедическая стоматология. Фантомный курс учебник для студентов, обучающихся по специальности 060105 (040400) - "Стоматология" / Жулев Е. Н., Курякина Н. В., Митин Н. Е.; под ред. Е. Н. Жулева. Москва, 2011.
7. Кац А.Г. Учебное пособие по низкоэнергетической лазерной терапии. Обоснование и методика применения в хирургической стоматологии // М. Агро-Принт / 2002.- 7С
8. Корепанов В.И. Лазерная терапия в стоматологии // М. Российский стоматологический журнал / № 2. - 2000. С.37-38
9. Коротких Н.Г., Митин Н.Е., Мишин Д.Н., Пономарёв Е.О. Речевая реабилитация пациентов после хирургических стоматологических операций. Современные проблемы науки и образования. // 2015./ № 1. С. 1324

9. Прохончуков А. А. , Жижина Л. А. , Григорьянц М.Л. , Стебель-кова А. М. Лечение заболеваний пародонта и слизистой оболочки рта с применением лазерного и магнито-лазерного излучений / Пародонтология, 2008. - №4. - С. 36-42.
10. Рисованный С. И. Лазерная стоматология: научное издание: в 2 кн. / С.И.Рисованный, О.Н.Рисованная, В.И.Масычев. -Краснодар: Кубань-Книга. - 2005. - 276 с.
11. Тарасенко С. В. , Тарасенко И. В., Лазарихина Н. М. Лазерная пародонтальная хирургия. Учебное пособие для системы послевузовского профессионального образования. - М.: МГМСУ, 2009. - 60 с.
12. Крикун Е.В., Блашкова С.Л. Диодный лазер в стоматологической практике // Казанский медицинский журнал. - 2017. - Т. 98. - №6. - С. 1023-1028. doi: [10.17750/KMJ2017-1023](https://doi.org/10.17750/KMJ2017-1023)
13. Бажанов Н.Н., Баграмов Р.И., Беляев В.П., Григорьев Б.В., Исаев В.М., Капустин П.И., Лютов В.И., Федоров А.С. Использование импульсного СОг лазера в хирургической стоматологии // Стоматология. 1989. - №4. - С. 32-35
14. Базилян Э.А., Бычков А.И. Изменение микрофлоры полости рта под действием импульсно-периодического СО2 лазерного излучения // Стоматология. 1995. - Т.74, №1. - С. 43-45.
15. Автор не указан. Использование лазера в стоматологии . – Текст: электронный // Социальные науки: social-economic sciences. – 2018. – № 1. – URL: <https://www.t-medserp.ru/info/ispolzovanie-lazera-v-stomatologii.html> (дата обращения: 03.01.2021)
16. Барер Г.М., Воложин А.И., Гемонов В.В., Зуйков Ю.А. Сравнительная оценка репаративного процесса костной ткани после воздействия лазера Waterlaser Millennium разной мощности и механической травмы (в эксперименте) // Кафедра. 2007. - Т.6, №3. - С. 50-52.
17. Барер Г.М., Зуйков Ю.А., Воложин А.И. Сравнительная оценка репаративного процесса костной ткани после воздействия лазера Waterlaser Millenium разной мощности и механической травмы (в эксперименте) // Кафедра. 2007. - №3. - С. 50-55.
18. Людчик Т.Б., Ляндрес И.Г. ,Шиманович М.Л. // Организация, профилактика и новые технологии в стоматологии: М-лы V съезда стоматологов Беларуси. Брест, 2004. С. 257—258.
19. Богатов В.В. Лазеры в челюстно-лицевой и пластической хирургии // Стоматология. 2009. - №5. - С. 37-39.
20. Богатов В.В. Углекислотный лазер в лечении больных базально-клеточным раком лица // Стоматология. 2009. - №5. - С. 74-75.
21. Бутаева Н.Т., Макеева И.М., Туркина А.Ю. Антисептическая обработка корневых каналов с применением диодного „лазера // Стоматология для всех. 2008. - №2. - С. 60-63.
22. Бюргер Ф., Мерк А. Использование лазеров в дентальной имплантологии // Маэстро стоматологии. 2007. - №1. - С. 4-9.
23. Вайнер В.И. Лазеротерапия при лечении глубокого кариеса и профилактика его осложнений: Автореф. дис. канд. мед. наук. М., 2001. - 20 с.
24. Гаража Н.Н., Готлиб А.О. Результаты лечения обострившегося хронического верхушечного периодонтита с применением антисептического препарата и лазерного излучения // Российский стоматологический журнал. 2009. - №2. - С. 9-11.
25. Гардон Дж., Хатри Х. Омоложение кожи лица с помощью портативного Er:YAG лазера // Эстетическая медицина. 2005. - №1. - С.79-81.
26. Крохин О.Н. 50 лет квантовой электронике [50 лет квантовой электронике]. Как это было. Воспоминания создателей отечественной лазерной техники. [Как это было]. Воспоминания разработчиков отечественной лазерной техники. М. : ЛАС, 2010, ч.2, с. 16.
27. Грачев Н.С., Шехтер А.Б., Наседкин А.Н. Сравнительная оценка воздействия излучения различных хирургических лазеров на биологические ткани с развитой сосудистой сетью // Лазерная медицина. 2010. - №14 (2). - С. 36-41.
28. Боровский Е.В. Кариес зубов: препарирование и пломбирование. –М.: АО «Стоматология», 2001. -143с.