

ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра терапевтической стоматологии и пропедевтики  
стоматологических заболеваний

# **ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТОМАТОЛОГИИ**

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА,  
ОРДИНАТОРОВ, ПРАКТИКУЮЩИХ ВРАЧЕЙ

ЕКАТЕРИНБУРГ  
2019

Рекомендовано к изданию  
Ученым советом стоматологического факультета  
ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России (протокол №3 от 08.11.2019)

**М 23 Мандра Ю.В. ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТОМАТОЛОГИИ.** Учебное пособие / Мандра Ю.В., Абдулкеримов Х.Т., Светлакова Е.Н., Григорьев С.С., Жегалина Н.М., Семенцова Е.А., Власова М.И., Болдырев Ю.А., Котикова А.Ю., Ивашов А.С., Легких А.В., Абдулкеримов Т.Х., Диомидов И.А.— Екатеринбург: Издательский Дом «ТИРАЖ», 2019. — 140 с.

ISBN 978-5-89895-933-3

Учебное пособие предназначено для студентов стоматологического факультета, ординаторов, практикующих врачей-стоматологов различных специальностей. Посвящено актуальным вопросам лазерной стоматологии. Разработано с учетом мировой научной и клинической практики, экспериментальных, лабораторных и клинических данных, полученных авторами. В данном пособии представлены материалы, касающиеся современных представлений о применении лазерных технологий в стоматологии, освещены современные методы диагностики и лечения, приведены клинические случаи.

#### **Авторы:**

**Мандра Юлия Владимировна**, д. м. н., профессор, директор Института стоматологии, профессор кафедры терапевтической стоматологии и протезтики стоматологических заболеваний УГМУ

**Абдулкеримов Хийир Тагирович**, д. м. н., профессор, заведующий кафедрой хирургической стоматологии, оториноларингологии и челюстно-лицевой хирургии УГМУ

**Светлакова Елена Николаевна**, к. м. н., доцент кафедры терапевтической стоматологии и протезтики стоматологических заболеваний УГМУ

**Григорьев Сергей Сергеевич**, д. м. н., профессор, заведующий кафедрой терапевтической стоматологии и протезтики стоматологических заболеваний УГМУ

**Жегалина Наталья Максевна**, к. м. н., доцент кафедры терапевтической стоматологии и протезтики стоматологических заболеваний УГМУ

**Семенцова Елена Анатольевна**, к. м. н., доцент кафедры терапевтической стоматологии и протезтики стоматологических заболеваний УГМУ

**Власова Мария Ивановна**, к. м. н., доцент кафедры терапевтической стоматологии и протезтики стоматологических заболеваний УГМУ

**Болдырев Юрий Анатольевич**, к. м. н., доцент кафедры терапевтической стоматологии и протезтики стоматологических заболеваний УГМУ

**Котикова Анастасия Юрьевна**, ассистент кафедры терапевтической стоматологии и протезтики стоматологических заболеваний УГМУ

**Ивашов Александр Сергеевич**, к. м. н., ассистент кафедры терапевтической стоматологии и протезтики стоматологических заболеваний УГМУ

**Легких Александр Владимирович**, к. м. н. ассистент кафедры терапевтической стоматологии и протезтики стоматологических заболеваний УГМУ

**Абдулкеримов Тимур Хийирович**, очный аспирант кафедры терапевтической стоматологии и протезтики стоматологических заболеваний УГМУ

**Диомидов Илья Андреевич**, диссертант кафедры терапевтической стоматологии и протезтики стоматологических заболеваний УГМУ

#### **Ответственный редактор**

**Мандра Юлия Владимировна**, д. м. н., профессор, директор Института стоматологии, профессор кафедры терапевтической стоматологии и протезтики стоматологических заболеваний УГМУ

#### **Рецензент**

**Гилева Ольга Сергеевна**, заведующая кафедрой терапевтической стоматологии и протезтики стоматологических заболеваний ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет им. академика Е.А. Вагнера» Минздрава России

УДК615.849.19:616.31  
ББК53.543-56.6

# СОДЕРЖАНИЕ

I.	ПРИРОДА СВЕТА. СВЕТ И ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ. ФИЗИКА ЛАЗЕРОВ И СВОЙСТВА ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С БИОТКАНЯМИ. ХАРАКТЕРИСТИКИ И ПАРАМЕТРЫ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. РЕЖИМЫ РАБОТЫ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. ЛАЗЕРНАЯ ДИАГНОСТИКА, НИЗКОИНТЕНСИВНАЯ И СИЛОВАЯ ТЕРАПИЯ, ХИРУРГИЯ. ВОЗДЕЙСТВИЕ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА МЯГКИЕ ТКАНИ И КОСТЬ	5
II.	ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ. САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЛАЗЕРНОЙ ОПЕРАЦИОННОЙ И ЕЕ ОБОРУДОВАНИЮ. ПРАВОВЫЕ ОСНОВЫ ЛАЗЕРОТЕРАПИИ. ДОКУМЕНТАЦИЯ . . . . .	21
	Санитарно-гигиенические требования к кабинетам лазерной стоматологии. . . . .	21
	1. Общие положения . . . . .	21
	2. Требования к размещению стоматологических медицинских организаций . . . . .	21
	3. Требования к внутренней отделке помещений . . . . .	23
	4. Требования к оборудованию. . . . .	23
	5. Требования к микроклимату, отоплению, вентиляции. . . . .	24
	6. Требования к естественному и искусственному освещению	26
	7. Санитарно-противоэпидемические мероприятия . . . . .	27
	Методы дезинфекции . . . . .	34
	Предстерилизационная обработка. . . . .	34

III. ОСОБЕННОСТИ ОБЕЗБОЛИВАНИЯ В ЛАЗЕРНОЙ СТОМАТОЛОГИИ. ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРА В КАРИЕСОЛОГИИ И ЭНДОДОНТИИ . . . . .	36
IV. ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРА В ПАРОДОНТОЛОГИИ. ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ . . . . .	66
V. ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ПОЛОСТИ РТА. НИЛИ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ СОПР. . . . .	85
VI. ЭТИОЛОГИЯ, ПАТОГЕНЕЗ, ДИАГНОСТИКА И КЛИНИКА ПРЕДРАКОВ И НОВООБРАЗОВАНИЙ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ. ПРИНЦИПЫ ЛЕЧЕНИЯ. ЛАЗЕРНЫЕ ХИРУРГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ УДАЛЕНИЯ ПРЕДРАКОВ И НОВООБРАЗОВАНИЙ ЛИЦА И ПОЛОСТИ РТА. ЛАЗЕРНЫЙ ПИЛИНГ . . . . .	99
VII. ЭТИОЛОГИЯ, ПАТОГЕНЕЗ, ДИАГНОСТИКА И КЛИНИКА РАДИКУЛЯРНЫХ КИСТ ЧЕЛЮСТЕЙ. ЦИСТОТОМИЯ. ЦИСТЭКТОМИЯ. ЛАЗЕРНАЯ ЦИСТОТОМИЯ. ЛАЗЕРНАЯ ЦИСТЭКТОМИЯ. ЭТИОЛОГИЯ, ПАТОГЕНЕЗ РАДИКУЛЯРНЫХ КИСТ ЧЕЛЮСТЕЙ . . . . .	105
VIII. ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ . . . . .	112
IX. ЛАЗЕРНОЕ ОДОНТОПРЕПАРИРОВАНИЕ ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТОЛОГИИ . . .	116
Темы учебно-исследовательских работ . . . . .	125
Темы реферативных исследований . . . . .	125
Тестовые задания . . . . .	127
Ситуационные задачи . . . . .	137
Литература . . . . .	142
Дополнительная литература . . . . .	143

## **І. ПРИРОДА СВЕТА.**

**Свет и лазерное излучение в медицине.**

**Физика лазеров и свойства лазерного излучения.**

**Взаимодействие лазерного излучения с биотканями.**

**Характеристики и параметры лазерного излучения.**

**Режимы работы лазерного излучения.**

**Лазерная диагностика, низкоинтенсивная  
и силовая терапия, хирургия.**

**Воздействие лазерного излучения  
на мягкие ткани и кость**

Светолечение — метод физиотерапии, заключающийся в использовании с лечебной и профилактической целью энергии света видимых, инфракрасных и ультрафиолетовых лучей от естественных (солнце) и искусственных источников. В настоящее время к светолечению можно отнести лазерное излучение, которого в природе не существует.

Биологическое действие оказывает только поглощенная энергия. Видимые лучи имеют гигиеническое значение, хотя источники света дают и видимые, и инфракрасные лучи, иногда и все три вида излучения.

Лазерное излучение является особым видом светового излучения электромагнитной природы, полученного с помощью оптических квантовых генераторов-лазеров. Лазеры дают монохроматическое излучение любой длины волны оптического диапазона: ультрафиолетового, видимого и инфракрасного. В медицине используют лазерное излучение различной интенсивности. Высокоэнергетическое излучение применяют в хирургии для рассечения и разрушения тканей. В физиотерапевтической практике используют низкоэнергетические лазеры, генерирующие излучение красного и инфракрасного спектра. Об интенсивности лазерного излучения судят по плотности потока мощности в ваттах на 1 см (Дж/см). В физиотерапии применяют излучение порядка 1–6 мвт/см.

Лазерный свет поглощается определенным структурным элементом, входящим в состав биоткани. Поглощающее вещество носит название хромофор. Им могут являться различные пигменты (меланин), кровь, вода и др. Каждый тип лазера рассчитан на определенный хромофор, его энергия калибруется исходя из поглощающих свойств хромофора, а также с учетом области применения. В медицине лазеры применяют для облучения тканей с лечебным или профилактическим эффектом, для коагуляции и препарирования мягких тканей (операционные лазеры), а также для отбеливания и высокоскоростного препарирования твердых тканей зубов.

Различают несколько режимов работы лазера: импульсный, непрерывный и комбинированный. В соответствии с режимом работы выбирается их мощность (энергетика).

**Механизм лечебного действия.** Биологическое и лечебное действие низкоэнергетического лазерного излучения находится в стадии изучения. Некоторые авторы считают, что действие низкоэнергетического лазерного излучения оптического диапазона обусловлено восприятием и поглощением его как специфическими (порфирины, каротины, цитохромоксидаза, каталаза), так и неспецифическими (фосфолипиды, пигменты, кровь, плазма, лимфа) фотоакцепторами, что обеспечивает трансформацию энергии в биофизические и биохимические процессы.

Биологическое действие лазерного излучения зависит от длины волны, мощности и времени облучения, непрерывного или импульсного способа подачи энергии. Большое значение имеют свойства и состояние облучаемых тканей: пигментация, васкуляризация, характер патологического процесса.

Под действием лазерного излучения в ядрах клеток различных тканей человека выявлено увеличение синтеза нуклеиновых кислот (ДНК, РНК), отмечено увеличение активности ферментов, усиление обмена кислорода, активирование окислительно-восстановительных реакций. Следствием этого является усиление пролиферации клеток, выраженное стимулирующее и трофическое действие. Доказано стимулирующее влияние на репаративный остеогенез, противовоспалительное действие

за счет расширения сосудов, увеличения скорости кровотока, раскрытия коллатералей, улучшения микроциркуляции.

Лазерное излучение влияет на показатели гуморального и клеточного иммунитета, увеличивает фагоцитарную активность лейкоцитов. Низкоэнергетическое лазерное излучение оказывает модулирующее воздействие на показатели свертывающей и антисвертывающей системы крови. Улучшение реологических свойств крови сопровождается гипохолестеринемией и активизацией антиоксидантной системы.

**Лечебные эффекты.** Лазерный свет обладает широким спектром лечебного и профилактического действия:

- вызывает выраженный противовоспалительный эффект;
- нормализует микроциркуляцию;
- снижает проницаемость сосудистых стенок;
- обладает фибринолитическими свойствами;
- стимулирует обмен веществ, регенерацию тканей;
- повышает содержание кислорода в них;
- ускоряет заживление ран;
- предотвращает образование рубцов после операций и травм;
- оказывает нейротропное, анальгезирующее, микрорелаксирующее, десенсибилизирующее, бактериостатическое и бактерицидное действие;
- стимулирует систему иммунной защиты;
- снижает патогенность микрофлоры, повышает ее чувствительность к антибиотикам.

**Механизм действия.** *Хирургия лазерной стоматологии* основана на деструктивном воздействии на ткань: тепловой, гидродинамический, фотохимический эффекты от воздействия вызывают деструкцию тканей.

*Терапия лазерной стоматологии* основана на фотохимическом и фотофизическом воздействии, при котором поглощенный тканями свет возбуждает в них атомы и молекулы, приводя в действие терапевтические механизмы организма: повышается резистентность, стимулируются репаративные процессы,

улучшается микроциркуляция, нормализуется иммунитет, стихают острые воспалительные явления.

*Диагностика лазерной стоматологии* в стоматологической клинике основана на лазерном воздействии, не вызывающем изменения свойств биологических тканей, эффекты рассеивания, отражения, проникновения.

В стоматологии наиболее часто применяют CO<sub>2</sub>-лазер для воздействия на мягкие ткани и эрбиевый лазер для препарирования твердых тканей зубов.

Механизм действия на мягкие ткани CO<sub>2</sub>-лазера основан на поглощении водой энергии лазерного света и нагреве тканей, что позволяет послойно удалять мягкие ткани и коагулировать их с минимальной (0,1 мм) зоной термoneкроза близлежащих тканей и их карбонизацией.

Механизм действия на твердые ткани эрбиевого лазера основан на «микровзрывах» воды, входящей в состав эмали и дентина, при ее нагревании лазерным лучом. Процесс поглощения и нагревания приводит к испарению воды, микроразрушению твердых тканей и выносу твердых фрагментов из зоны воздействия водяным паром. Для охлаждения тканей используется водно-воздушный спрей. Эффект воздействия ограничен тончайшим (0,003 мм) слоем выделения энергии лазера. Из-за минимального поглощения энергии лазера гидроксиапатитом — минеральным компонентом хромофора — нагрев окружающих тканей более чем на 2 °С не происходит.

**Область использования.** Универсальные свойства лазерного воздействия используются в различных отраслях практической медицины: хирургии, терапии и диагностике. В зависимости от характера лазерного воздействия на ткани, в том числе и в полости рта (параметры лазерного излучения: длина волны, мощность, время и режим воздействия на биоткани), можно использовать различные эффекты.



## **Показания к применению лазера.**

*В терапевтической стоматологии* лазерная терапия показана при лечении:

- заболеваний твердых тканей зуба кариозного происхождения (пульпиты, периодонтиты);
- некариозных поражений эмали (повышенная стираемость, гиперэстезия и др.);
- заболеваний пародонта (гингивиты, пародонтит, пародонтоз);
- заболеваний слизистой оболочки полости рта (стоматиты различной этиологии, красный плоский лишай, хейлиты);
- стоматоневрологические заболевания (невралгия тройничного нерва, глоссалгия, невриты лицевого нерва).

*В хирургической стоматологии* квантовая терапия показана:

- при лечении воспалительных процессов челюстно-лицевой области (периостит, альвеолит, остеомиелит, абсцессы и флегмоны, лимфаденит);
- в послеоперационном периоде (после любых операций в челюстно-лицевой области);
- в комплексе мер при лечении травматических повреждений челюстей;
- при лечении артритов и артрозов височно-нижнечелюстного сустава;
- при лечении заболеваний слюнных желез.

*В ортопедической стоматологии:*

- при лечении пролежневых (протезных) эрозий и язв;
- при травматических повреждениях слизистой оболочки десны и полости рта.

*В ортодонтии* применяется с целью ускорения перемещения зубов.

К показаниям для применения эрбиевого и CO<sub>2</sub>-лазеров относятся:

- препарирование полостей всех классов, лечение кариеса и некариозных поражений;
- обработка (протравливание) эмали для подготовки к бондингу;

- стерилизация корневого канала, воздействие на апикальный очаг инфекции;
- пульпотомия, остановка кровотечения;
- обработка пародонтальных карманов;
- экспозиция имплантов;
- гингивотомия и гингивопластика;
- френэктомия;
- лечение заболеваний слизистой;
- реконструктивные и гранулематозные поражения;
- оперативная стоматология.

Процедуры на мягких тканях могут проводиться с помощью **полупроводникового лазера**. Лазер отлично препарирует, обеззараживает, коагулирует и реконструирует мягкие ткани. В стоматологической клинике с помощью лазера осуществляется коррекция десны в процессе предпротезной подготовки, это облегчает работу с материалами. Бескровное поле дает непосредственный доступ к поверхностям, закрытым слизистой. Лазерная стоматология исправит неправильное положение уздечки языка на верхней и нижней челюстях. Ее иссечение с помощью любого лазера для работы на мягких тканях дает немедленный результат и приносит пациенту облегчение.

При лечении лазером в процессе заживления наблюдается минимальное образование фиброзной ткани, значительно меньше, чем раны от вмешательства скальпелем. В стоматологической клинике осуществляется обработка пародонтальных карманов при начальном пародонтите. Это дает быстрый и хороший результат, который достигается в результате облучения. Зубные камни после воздействия лазерной стоматологии легче удаляются.

Гингивальная гиперплазия, которая возникает в результате медикаментозного лечения, приобретает все большее значение. Стимуляция слизистых тканей приводит к ненормальному покрытию зуба. Реакция ткани постоянна, обычно требуется удаление лишней ткани. Лазерная стоматология является самым эффективным методом удаления лишней ткани, таким образом восстанавливая нормальный внешний вид слизистой.

Афтозные язвы болезненны и часто вызывают рецидивы. Энергия лазера (в виде несфокусированного луча), направленная на поверхность данных повреждений, удаляет обнаженные нервные окончания. Повреждения теряют чувствительность при низком напряжении через 4 минуты или раньше. Более трудные случаи выполняются при легком поверхностном контакте.

Лазерная косметическая реконструкция слизистой ткани полости рта является самым совершенным эстетическим методом лечения в стоматологической клинике. Лазеры дают возможность делать разрезы через ткань и поверхность, удаляя тем самым слои тканей. Отсутствие кровотечения позволяет проводить данные операции с большей точностью. Десневые ткани легко выпариваются, оставляя четкие края. Параметры ширины и длины разрезов и высоты гингивальных контуров легко достижимы.

Положительные функции лазера в пульпэктомии: выпаривание остатков и обеззараживание каналов. Специальные эндодонтические насадки (гибкий световод с диаметром оптического волокна 200) позволяет врачу работать непосредственно в открытом канале зуба до апекса. С помощью лазера происходят абляция остатков тканей, уничтожение бактерий и остекление стенок каналов. При наличии фистулы лазерный луч проходит через канал фистулы в сторону очага воспаления. В этой области лазер на некоторое время приостанавливает распространение инфекции и подавляет симптомы, рецидив очевиден, если корневой канал не будет обработан.

Лазерная стоматология применяется в малой хирургии полости рта для увеличения биологического пространства, пластики уздечек, иссечения папиллом, биопсии, остановки кровотечений, лечения афт, язв, лейкоплакий.

Лазеры используются в пародонтологии для обработки патологических карманов, гингивомии, гингивэктомии, а также для деэпитализации тканей и подготовки перед снятием зубных отложений. В эндодонтии лазерная стоматология применяется для стерилизации корневых каналов. В стоматологической клинике с помощью лазера при имплантации проводится обнажение заглушек. Также возможно применение лазерной анальгезии и лазерной гипоэстезии. Особенностью

методик, используемых в стоматологии, является достижение лучшего эффекта при сочетании наружного (чрескожного) воздействия лазерного луча с воздействием, максимально приближенным к пораженному участку, которое достигается путем применения стоматологических насадок. Например, при лечении периодонтита наилучший и быстрый результат достигается при воздействии излучения через оптическую насадку аппарата на область вблизи верхушки корня больного зуба, причем с двух сторон (щечной и язычной — на зубах нижней челюсти, щечной и небной — на зубах верхней челюсти).

Лазерные технологии с момента их появления стали применяться в различных областях стоматологии, а затем и в челюстно-лицевой хирургии. Это привело к формированию нескольких направлений в разработке, совершенствовании и внедрении лазерных технологий в клиническую практику стоматологии и челюстно-лицевой хирургии:

- диагностика и лечение заболеваний и повреждений зубов, включая эндодонтию и эстетическую реставрацию;
- диагностика и лечение заболеваний пародонта;
- повышение эффективности и снижение риска осложнений при хирургических вмешательствах с целью лечения и диагностики стоматологических заболеваний и челюстно-лицевой хирургии;
- фотодинамическая терапия воспалительных, дегенеративных, опухолевых и опухолеподобных заболеваний в челюстно-лицевой области;
- лазерная косметология в челюстно-лицевой области.

Лазеры подразделяются по типу состояния рабочей среды, в которой происходит генерация лазерного излучения. Существуют газовые, жидкостные, эксимерные, твердотельные и полупроводниковые (диодные) лазеры. Применение того или иного лазера в медицине зависит от длины волны лазерного излучения, которая во многом определяет тип его взаимодействия с биологической тканью. Наибольшее распространение в медицине, в частности, в стоматологии, получили газовые CO<sub>2</sub>-лазеры, твердотельные лазеры на основе кристаллов неодима (Nd: Yag), эрбия (Er: Yag, Er, Cr: Ysgg), а также диодные лазеры.

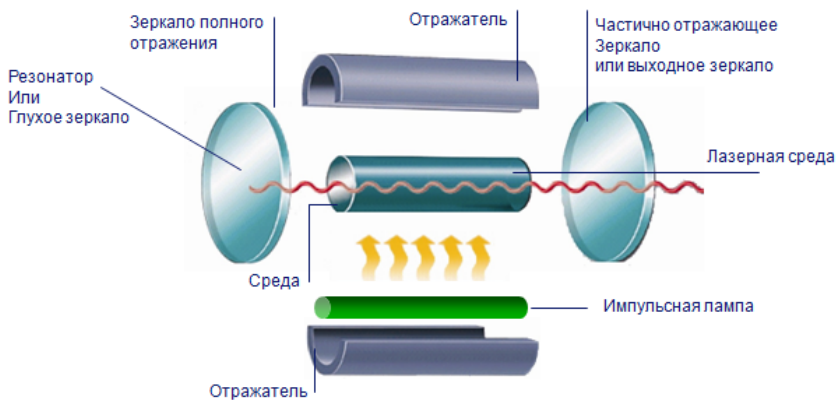


Рис. 1. Устройство лазера



Рис. 2. Области применения

Известно, что чем лучше лазерное излучение поглощается тканью, тем меньшая его интенсивность требуется для препарирования. С увеличением длины волны повышается уровень поглощения излучения молекулами воды, что обеспечивает большую эффективность работы на твердых тканях. Длина волны генерации CO<sub>2</sub>-лазера (10,6 мкм) совпадает с пиком поглощения воды и гидроксиапатита, что определяет его

широкое применение в лазерной хирургии. В частности, областью применения СО<sub>2</sub>-лазеров являются хирургические вмешательства на мягких тканях, в том числе в пародонтологии, имплантологии, а также в эндодонтии. Однако применение данного лазера для абляции (испарения) твердых тканей приводит к эффекту карбонизации (обугливания) и оплавления твердых тканей, поскольку в данном случае требуется значительно большая энергия. Следовательно, областью применения СО<sub>2</sub>-лазера не может быть хирургия твердых тканей. Анализируя

<i>Вид лазера</i>	<i>Область применения</i>
Эксимерные 193–248–308–353 нм	Офтальмология при коррекции зрения, лазерная хирургия
Азотные 316–357 нм	УФ. Биостимуляторы, лечение ожогов, гнойных воспалений, стопа диабетика, научные исследования
Гелий-кадмиевые 325–440 нм	ГОЛУБОЙ: биостимулятор, лечение гастродуоденальных язв, язвы слизистых оболочек, косметология
На парах меди 510–578 нм	ЗЕЛЕНЬЙ: коагулятор, применяют в бронхоскопии, удаление тату
Аргоновый 488–514 нм	СИНИЙ\ЗЕЛЕНЬЙ: коагулятор, в гинекологии, офтальмологии, косметологии, накачка других лазеров
Гелий-неоновый 543- 594–611–632 нм	КРАСНЬЙ: биостимулятор, кроме онкологии везде, в \венное облучение крови
Рубиновый 690 нм	КРАСНЬЙ: коагулятор, офтальмология, эпилятор в косметологии
Полупроводниковый 740–960 нм	ИК: биостимуляторы, коагуляторы, скальпели. Имеют глубокое проникновение чрезкожно и через стандартный перевязочный материал, профилактика воспалительных проц. В импульсном режиме лечение широкого спектра заболеваний
Гранатовый (аллюмо- итриевый) 1600 нм	ИК: коагулятор, скальпель в эндоскопии и лапароскопии
Эрбиевый 2940 нм	ИК: коагулятор, для паренхиматозных органов, в стоматологии для твердых тканей
Углекислотный 10600 нм	ИК: скальпель. Не передается по световолокнам, а только через систему зеркал

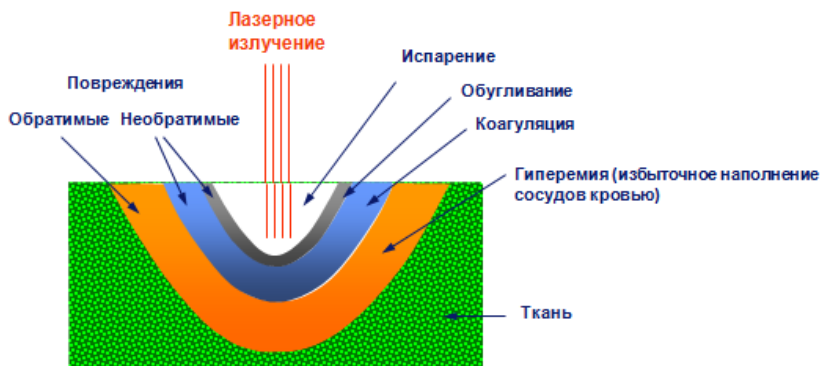


Рис. 3. Действие лазера на ткань

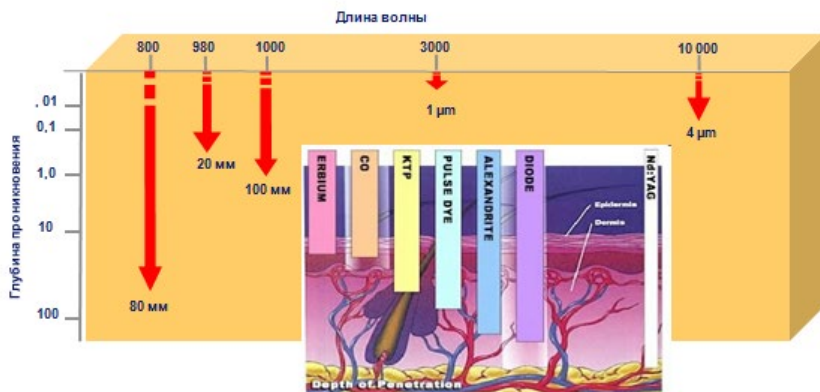


Рис. 4. Глубина проникновения лазерного излучения

данные литературы, можно сделать вывод, что лазеры с длиной волны генерации в ближнем инфракрасном диапазоне (0,81–1,064 мкм) более перспективны для работы на мягких тканях. В отличие от скальпеля при проведении хирургических разрезов лазером не происходит размозжения тканей, что обеспечивает снижение болезненности вмешательства, отсутствие рубцов и сокращение сроков заживления раны.

В настоящее время диодные лазеры с длиной волны генерации от 0,532 до 1,5 мкм широко применяются в хирургии,

пародонтологии и эндодонтии. Диодными лазерами можно проводить разрезы на мягких тканях, стерилизовать каналы, проводить фотодинамическую терапию. Однако они не работают на твердых тканях, таких как эмаль, дентин и кость. С помощью диодных лазеров мы можем получить эффект коагуляции сосудов за счет поглощения лазерного излучения гемоглобином, это позволяет проводить бескровные операции с полной визуализацией операционного поля. Кроме того, глубина проникновения в биологические ткани лазерного излучения с длиной волны 0,810–1,064 мкм достигает более 1000 мкм, что делает

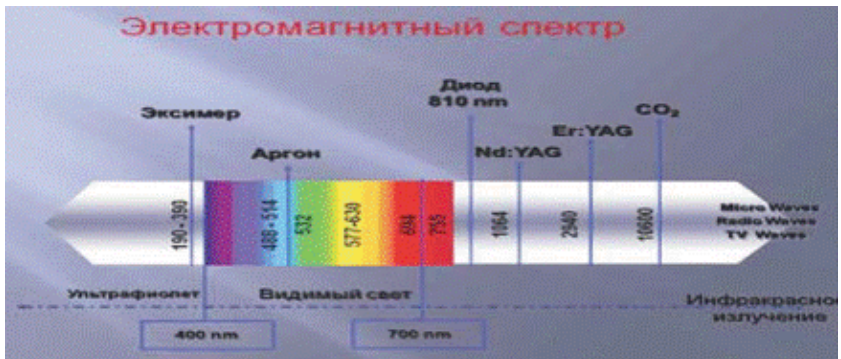


Рис. 5. Различные виды лазеров

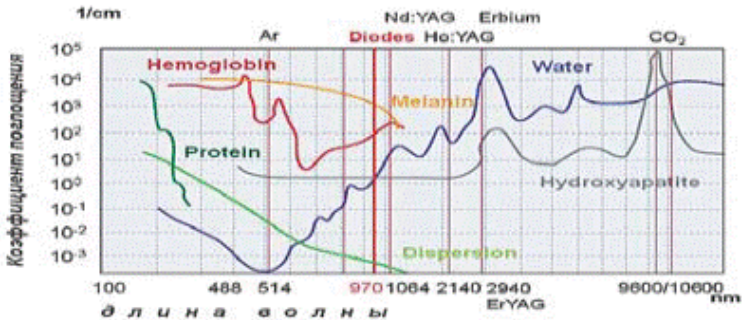


Рис. 6. Главные длины волн для оперативных вмешательств на твердых и мягких тканях челюстно-лицевой области



их эффективными при стерилизации зубодесневых карманов и корневых каналов.

В настоящее время на мировом, в том числе и российском, рынке имеется большое количество различных моделей диодных лазерных аппаратов, которые поставляются в Россию как зарубежными, так и отечественными производителями. Диодные лазеры компактны, надежны, характеризуются прекрасным соотношением «цена — качество». Однако по мере накопления клинического опыта выявились и некоторые недостатки, которые затрудняют работу, снижают положительные свойства лазерной хирургии. Дело в том, что оперативные вмешательства на мягких тканях проводятся с помощью гибкого световода, кончик которого разогревается до такой степени, что происходит его обугливание, препятствующее прохождению лазерного излучения. Это приводит к еще большему его разогреву и, как следствие, — коагуляции тканей. Особенно ярко этот эффект проявляется тогда, когда рука хирурга, двигаясь с переменной скоростью, замедляет свое движение в силу естественных причин, ткани получают большее количество энергии, в том числе и тепловой. Это приводит к перегреву и коагуляции тканей. Вследствие этого ассистенту хирурга периодически необходимо удалять нагар с кончика световода, а к необходимой абляции тканей добавляется и нежелательная коагуляция, которая приводит к ожогу и усилению некроза окружающих тканей. Уменьшение этих негативных моментов различными специалистами решается по-разному: одни стараются чаще чистить световод, другие охлаждают кончик световода орошением водой или физраствором.

Особое внимание и огромный интерес у клиницистов-стоматологов и челюстно-лицевых хирургов всегда вызывали разработка и применение лазерного излучения для оперативных вмешательств на мягких и твердых тканях челюстно-лицевой области. При этом одной из самых сложных проблем является препарирование твердых тканей зубов, а также челюстных костей при костно-пластических, пародонтологических и имплантологических операциях. Для работы на твердых тканях используются эрбиевые лазеры. Длина волны генерации Er: Yag-лазера

составляет 2,94 мкм и соответствует пику поглощения молекул воды. У Er: Ysgg-лазера длина волны генерации составляет 2,78 мкм и поглощается водой хуже, чем 2,94 мкм (Er: Yag-лазер). Следовательно, его эффективность в препарировании мягких и твердых тканей (рис. 2) ниже. За счет сильного поглощения молекулами воды лазерного излучения с длиной волны 2,94 мкм эрбиевые лазеры одинаково эффективно могут аблировать эмаль, дентин зуба, костную ткань, наддесневые и поддесневые отложения и делать разрезы на слизистой оболочке полости рта. При этом увеличение эффективности препарирования зависит от мощности лазерного излучения и плотности энергии, создаваемых на операционном поле. При увеличении этих параметров накапливается остаточное тепло и ткани зуба обугливаются. Кроме того, возможны и другие осложнения, связанные с термотравмой. Снижение риска термотравмы достигается путем добавления водного спрея, который используется всеми производителями. Однако наиболее эффективный способ снижения или устранения негативных явлений — уменьшение длительности импульса лазерного излучения. Отметим, что чем короче лазерное воздействие, тем меньше накапливается остаточное тепло и тем выше порог безопасной мощности лазерного излучения. В настоящее время на мировом рынке стоматологических Er: Yg-лазеров лучшими параметрами с этой точки зрения обладает модель Fidelis III производства компании Fotona (Словения). При мощности 20 Вт и энергии 1500 мДж данный аппарат формирует импульсы длительностью 50 мкс. Такие параметры позволяют препарировать зубы со скоростью, не уступающей турбине, тем не менее водный спрей все равно необходим.

Перспективы развития данного направления связаны с разработкой лазеров, обладающих сверхкороткими импульсами, работающих в нано- и фемтосекундных диапазонах, когда за миллионные доли секунды на ткани подаются мегаватты мощности. При этом происходит мгновенное преобразование тканей в плазму, а окружающие ткани не успевают на это отреагировать. Лабораторные испытания такого оборудования успешно прошли в нескольких зарубежных и российских

лабораториях, что дает надежду на дальнейшее развитие этого направления и доведение лабораторных образцов до серийного производства.

Несомненным преимуществом Er: Yag-лазеров при работе на мягких тканях является отсутствие коагуляции тканей и тромбоза сосудов, а значит, сохранение микроциркуляции в тканях. Это обеспечивает не только отсутствие рубцевания, но и существенно улучшает регенерацию ткани в послеоперационном периоде, что делает его применение незаменимым при пародонтологических, имплантологических и пластических операциях. Глубина проникновения излучения Er: Yag-лазера в ткани составляет всего 1–2 микрона. Это дает нам возможность, препарируя твердые ткани зуба, избирательно и послойно удалять только пораженные кариозным процессом ткани, так как они отличаются от здоровых более высоким содержанием воды. Поэтому необходимая мощность для абляции кариозной ткани значительно ниже, чем таковая для абляции здоровой. При использовании эрбиевых лазеров в лечении кариеса зубов и его осложнений, за счет имеющейся возможности безболезненного и селективного удаления пораженных тканей, удастся сохранить здоровую ткань, отсутствует смазанный слой, сформированная полость стерильна. Таким образом, обеспечиваются минимальная инвазивность операции, наилучшие условия адгезии пломбировочного материала, а стерильность операционного поля предотвращает возникновение рецидива кариеса. Данный принцип селективного удаления инфицированных тканей, который реализуется за счет высокой абсорбции лазерного излучения инфракрасного диапазона (2,94 мкм) молекулами воды, успешно применяется для удаления как зубных отложений, так и грануляционной ткани. Такого рода «щадящая» хирургия имеет ряд неоспоримых преимуществ, которые снижают риск осложнений, что, в свою очередь, расширяет показания к оперативному лечению пародонтита, периимплантита, применению современных методов и средств имплантологии даже у пациентов с сердечно-сосудистой, эндокринной и другими видами соматической патологии. Это особенно актуально для лиц пожилого возраста, которые наиболее часто нуждаются

в подобного рода лечении, так как риск местных и соматических послеоперационных осложнений в первую очередь связан с отсутствием возможности сохранения здоровой ткани и высокой травматичностью вмешательств, проводимых с помощью традиционных хирургических инструментов и стоматологического оборудования.

В настоящее время на рынке имеется большой выбор твердотельных лазеров. Общие принципы устройства этих лазеров в основном одинаковы, но они отличаются по техническим параметрам, эргономике, цене. Одной из причин, которая сдерживает широкое применение эрбиевых лазеров, несмотря на их явные преимущества, является высокая стоимость, а также дорогостоящее обслуживание. Это связано с тем, что для эффективного препарирования твердых тканей зубов с применением существующих технологий требуются очень большие мощности воздействия. Это резко повышает требования и к другим техническим характеристикам, что в целом увеличивает стоимость данного вида медицинской техники и расходных материалов. В связи с этим ведутся интенсивные научно-исследовательские и опытно-конструкторские разработки, направленные на совершенствование лазерного оборудования и новых технологий его применения. Разработка и совершенствование оборудования направлены на использование новых источников лазерного излучения — волоконных лазеров, которые характеризуются малыми габаритами, меньшим энергопотреблением, высочайшей надежностью и низкой по сравнению с твердотельными лазерами стоимостью. Такое удивительное сочетание полезных свойств волоконных лазеров позволило создать новый прибор «Light Touch», который был приобретен компанией Синерон (США) и представлен на российском рынке в 2008 г. В более совершенном виде, с лучшими параметрами и меньшей ценой стоматологический волоконный Er: Yg-лазер «Aquastar» был презентован на выставке IDS в Кельне в 2008 г. компанией «Laser Creation» (Италия). В данной модели Er: Yg-лазера, созданной на основе применения волоконного источника излучения, удалось добиться достаточной мощности для препарирования всех видов твердых и мягких тканей.

## **II. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ.**

### **Санитарно-эпидемиологические требования к лазерной операционной и ее оборудованию.**

#### **Правовые основы лазеротерапии.**

#### **Документация**

К работе на лазерных установках допускаются лица, прошедшие специальный инструктаж и курсы повышения квалификации по лазерной стоматологии, получившие сертификат специалиста государственного образца. Кроме того, стоматологическая клиника должна иметь разрешение на работу из санитарно-эпидемиологической станции.

### **Санитарно-гигиенические требования к кабинетам лазерной стоматологии**

#### **1. Общие положения**

В целях соблюдения противозидемического режима врач должен работать в сопровождении среднего медицинского персонала, осуществляющего обработку рабочих мест, дезинфекцию, а также, в случае отсутствия централизованной стерилизационной, предстерилизационную очистку и стерилизацию изделий медицинской техники и медицинского назначения.

#### **2. Требования к размещению стоматологических медицинских организаций**

2.1. Стоматологические медицинские организации могут размещаться в отдельно стоящих зданиях, приспособленных и встроенных (встроенно-пристроенных) в здания жилого и общественного назначения помещениях, при условии соблюдения требований санитарных правил и нормативов.

2.2. В жилых зданиях допускается размещать стоматологические кабинеты, стоматологические амбулаторно-поликлинические организации, в том числе имеющие в своем составе дневные стационары. Допускается размещение стоматологических кабинетов в зданиях, предназначенных для размещения стоматологических кабинетов.

ческих медицинских организаций в цокольных этажах жилых зданий.

2.3. Стоматологические медицинские организации, расположенные в жилых зданиях, должны иметь отдельный вход с улицы.

2.4. Стоматологические медицинские организации размещаются в помещениях, оборудованных системами хозяйственно-питьевого холодного и горячего водоснабжения и водоотведения (канализации).

2.5. Размещение и эксплуатация рентгеновских кабинетов, аппаратов (в том числе радиовизиографов) регламентируются действующими нормативными документами и пунктом 7 настоящей главы.

2.6. Устройство, оборудование и эксплуатация физиотерапевтических кабинетов, применение лазеров должны отвечать действующим нормативным документам.

2.7. В подвальных помещениях, имеющих естественное или искусственное освещение, допускается размещение санитарно-бытовых помещений (гардеробные, душевые, складские), вентиляционных камер, компрессорных установок, стерилизационных автоклавов.

2.8. Для организации стоматологического приема детей выделяются отдельные кабинеты. Не допускается использование кабинетов взрослого приема для приема детского населения по графику. Для организации приема детей следует по возможности выделять отдельный отсек с ожидальной и санузлом.

2.9. Оказание медицинской помощи беременным проводится в медицинских стоматологических организациях для взрослых или в стоматологических кабинетах женских консультаций.

2.10. В стоматологических кабинетах площадь на основную стоматологическую установку должна быть не менее  $14\text{ м}^2$ , на дополнительную установку —  $10\text{ м}^2$  (на стоматологическое кресло без бормашины —  $7\text{ м}^2$ ), высота кабинетов — не менее 2,6 м.

### **3. Требования к внутренней отделке помещений**

3.1. Стены стоматологических кабинетов, углы и места соединения стен, потолка и пола должны быть гладкими, матовыми, без щелей.

3.2. Для отделки стен в кабинетах применяются отделочные материалы, разрешенные для использования в помещениях с влажным, асептическим режимом, устойчивые к дезинфектантам; герметично заделываются швы.

3.3. Потолки стоматологических кабинетов, операционных, предоперационных, стерилизационных и помещений зуботехнических лабораторий окрашиваются водоэмульсионными или другими красками. Возможно использование подвесных потолков, если это не влияет на нормативную высоту помещения. Подвесные потолки должны быть выполнены из плит (панелей), имеющих гладкую неперфорированную поверхность, устойчивую к действию моющих веществ и дезинфектантов.

3.4. Полы в стоматологических кабинетах должны иметь гладкое покрытие из материалов, разрешенных для этих целей.

3.5. Цвет поверхностей стен и пола в помещениях стоматологических кабинетов и зуботехнических лабораторий должен быть нейтральных светлых тонов, не мешающих правильному цветоразличению оттенков окраски слизистых оболочек, кожных покровов, крови, зубов (естественных и искусственных), пломбирочных и зубопротезных материалов.

### **4. Требования к оборудованию**

4.1. В кабинетах с односторонним естественным освещением стоматологические кресла устанавливаются в один ряд вдоль светонесущей стены.

4.2. При наличии нескольких стоматологических кресел в кабинете они разделяются непрозрачными перегородками высотой не ниже 1,5 м.

4.3. Отсутствие стерилизационной в стоматологической медицинской организации допускается при наличии не более 3 кресел. В этом случае установка стерилизационного оборудования возможна непосредственно в кабинетах.

4.4. Стоматологические кабинеты оборудуются отдельными или двухсекционными раковинами для мытья рук и обработки инструментов. При наличии стерилизационной и организации в ней централизованной предстерилизационной обработки инструментария в кабинетах допускается наличие одной раковины. В операционном блоке раковины устанавливаются в предоперационной. В хирургических кабинетах, стерилизационных, предоперационных устанавливаются локтевые или сенсорные смесители.

4.5. Кабинеты оборудуют бактерицидными облучателями или другими устройствами обеззараживания воздуха, разрешенными для этой цели в установленном порядке. При использовании облучателей открытого типа выключатели должны быть выведены за пределы рабочих помещений.

## **5. Требования к микроклимату, отоплению, вентиляции**

5.1. Системы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха должны соответствовать нормам проектирования и строительства жилых и общественных зданий и обеспечивать оптимальные параметры микроклимата и воздушной среды, в т. ч. по микробиологическим показателям.

5.2. Поверхность нагревательных приборов должна быть гладкой, допускающей легкую очистку и исключающей скопление микроорганизмов и пыли.

5.3. В операционных, предоперационных, наркозных, послеоперационных следует применять нагревательные приборы с гладкой поверхностью, устойчивой к ежедневному воздействию моющих и дезинфицирующих средств.

5.4. На постоянных рабочих местах, где медицинский персонал находится свыше 50% рабочего времени или более 2 ч непрерывной работы, должны обеспечиваться параметры микроклимата в соответствии с табл. 1.

5.5. Для мест временного пребывания работающих (специальные помещения зуботехнической лаборатории) параметры микроклимата представлены в табл. 2.



5.6. Проектирование и эксплуатация вентиляционных систем должны исключать перетекание воздушных масс из «грязных» зон в «чистые».

5.7. Содержание лекарственных средств и вредных веществ в воздухе стоматологических медицинских организаций не должны превышать предельно допустимые концентрации.

5.8. Для обеспечения нормативных параметров микроклимата в производственных помещениях допускается устройство кондиционирования воздуха, в том числе с применением сплит-систем, предназначенных для использования в лечебно-профилактических учреждениях. **Замену фильтров тонкой очистки**

Таблица 1

**Параметры микроклимата в помещениях постоянного пребывания сотрудников**

<i>Сезон</i>	<i>Температура, °С</i>	<i>Относительная влажность, %</i>	<i>Скорость движения воздуха, м/с</i>
Холодный и переходный (среднесуточная температура наружного воздуха 10 °С и ниже)	18-23	60-40	0,2
Теплый (среднесуточная температура наружного воздуха 10 °С и выше)	21-25	60-40	0,2

Таблица 2

**Параметры микроклимата в помещениях временного пребывания сотрудников**

<i>Сезон</i>	<i>Температура, °С</i>	<i>Относительная влажность, %</i>	<i>Скорость движения воздуха, м/с</i>
Холодный и переходный	17-25	не более 75	0,2-0,3
Теплый	не более 28	не более 65	0,2-0,5

**необходимо проводить не менее 1 раза в 6 месяцев**, если иное не предусмотрено производителем.

5.9. В стоматологических медицинских организациях общей площадью не более 500 кв. м, в помещениях класса чистоты Б и В (кроме операционных, рентген-кабинетов, кабинетов компьютерной и магнитно-резонансной томографии) допускается неорганизованный воздухообмен за счет проветривания помещений через открывающиеся фрамуги или естественной вытяжной вентиляции.

5.10. Автономные системы вентиляции должны предусматриваться для следующих помещений: операционных с предоперационными, стерилизационных, рентген-кабинетов (отдельных), производственных помещений зуботехнических лабораторий, санузлов.

5.11. В помещениях, к которым предъявляются требования асептических условий, предусматривается скрытая прокладка воздуховодов, трубопроводов, арматуры.

5.12. Вне зависимости от наличия систем принудительной вентиляции во всех кабинетах и помещениях, за исключением операционных, должно быть предусмотрено наличие легко открывающихся фрамуг.

## **6. Требования к естественному и искусственному освещению**

6.1. Все стоматологические кабинеты и помещения зуботехнических лабораторий (постоянные рабочие места) должны иметь естественное освещение.

6.2. Во вновь создаваемых стоматологических медицинских организациях окна стоматологических кабинетов по возможности следует ориентировать **на северные направления** (С, СВ, СЗ) во избежание значительных перепадов яркостей на рабочих местах за счет попадания прямых солнечных лучей, а также перегрева помещений в летнее время, особенно в южных районах.

6.3. На северные направления по возможности должны быть ориентированы основные помещения и литейные зуботехнической лаборатории для предупреждения перегрева помещений в летнее время.

6.4. В существующих стоматологических медицинских организациях, имеющих ориентацию окон, не соответствующую указанную в пунктах 6.2 и 6.3, рекомендуется прибегать к использованию **солнцезащитных приспособлений** (козырьки, солнцезащитные пленки, жалюзи). В операционных и хирургических кабинетах солнцезащитные средства типа жалюзи размещаются между оконными рамами.

6.5. Коэффициент естественного освещения на постоянных рабочих местах во всех стоматологических кабинетах и основных помещениях зуботехнической лаборатории должен соответствовать гигиеническим требованиям, установленным действующими санитарными нормативами.

6.6. Все помещения стоматологических медицинских организаций должны иметь **общее искусственное освещение**.

6.7. Для общего люминесцентного освещения во всех стоматологических кабинетах и основных помещениях зуботехнической лаборатории рекомендуются лампы со спектром излучения, не искажающим цветопередачу.

6.8. Стоматологические кабинеты основные, кроме общего, должны иметь и местное освещение в виде:

- стоматологических светильников на стоматологических установках;
- специальных (желательно бестеневых) рефлекторов для каждого рабочего места хирурга;
- бестеневых рефлекторов в операционных.

6.9. Уровень освещенности от местных источников не должен превышать уровень общего освещения более чем в 10 раз.

6.10. Светильники местного и общего освещения должны иметь соответствующую защитную арматуру, предусматривающую их влажную очистку и предохраняющую органы зрения персонала от слепящего действия ламп.

## **7. Санитарно-противоэпидемические мероприятия**

7.1. Требования к организации и проведению дезинфекционных и стерилизационных мероприятий.

7.1.1. Все стоматологические кабинеты должны быть обеспечены изделиями медицинской техники и медицинского

назначения в количестве, достаточном для бесперебойной работы с учетом времени, необходимого для их обработки между манипуляциями у пациентов: на каждое рабочее место врача-стоматолога — не менее 6 наконечников (по два угловых, прямых, турбинных), на каждое посещение — индивидуальный смотровой стоматологический комплект, состоящий из набора инструментов (лоток, зеркало стоматологическое, пинцет зубо-рачебный, зонд стоматологический), пакет с ватными валиками, пакет с пинцетом (для работы со стерильными инструментами, необходимыми для каждого пациента). При необходимости набор доукомплектовывают другими инструментами (зонд стоматологический пуговчатый, зонд пародонтологический градуированный, гладилки, шпатель, экскаваторы и др.).

7.1.2. Стерильные изделия выкладывают на стоматологический столик врача (на стерильный лоток или стерильную салфетку) непосредственно перед манипуляциями у конкретного пациента. Под рабочей поверхностью стола (на полке, в ящике) допускается размещать приборы и аппараты для проведения различных стоматологических манипуляций, пломбирочные материалы.

7.1.3. Нагрудные салфетки после каждого пациента подлежат смене. Одноразовые салфетки утилизируются, многоразовые сдаются в стирку. Для ополаскивания рта водой используют одноразовые или многоразовые стаканы индивидуально для каждого пациента.

7.2. Требования к санитарному содержанию помещений.

7.2.1. Влажную уборку помещений проводят **не менее двух раз в день** (между сменами и после окончания работы) с использованием моющих и дезинфицирующих средств (по режимам дезинфекции при бактериальных инфекциях) способами орошения и/или протирания. **Мытье оконных стекол должно проводиться не реже 1 раза в месяц изнутри и не реже 1 раза в 3 месяца** снаружи (весной, летом и осенью).

7.2.2. Дезинфекцию поверхностей предметов, находящихся в зоне лечения (столик для инструментов, кнопки управления, клавиатура, воздушный пистолет, светильник, плевательница, подголовник и подлокотники стоматологического кресла) про-

водят после каждого пациента. Для этих целей используют дезинфицирующие средства, разрешенные к применению в присутствии пациентов, обладающие широким спектром антимикробного (вирулицидное, бактерицидное, фунгицидное с активностью в отношении грибов рода Кандида) действия. Выбор режимов дезинфекции проводят по наиболее устойчивым микроорганизмам — между вирусами или грибами рода Кандида (в туберкулезных медицинских организациях — по микобактериям туберкулеза).

**7.2.3. Один раз в неделю** в операционном блоке, хирургическом кабинете, стерилизационной (автоклавной) проводят **генеральную уборку помещений**. Для дезинфекции применяют дезинфицирующие средства, обладающие широким спектром антимикробного (вирулицидное, бактерицидное, фунгицидное с активностью в отношении грибов рода Кандида) действия. Выбор режимов дезинфекции проводят по наиболее устойчивым микроорганизмам — между вирусами или грибами рода Кандида (в туберкулезных медицинских организациях — по микобактериям туберкулеза). В остальных подразделениях генеральную уборку проводят один раз в месяц, используя дезинфицирующие средства по режимам, эффективным в отношении вегетативных форм бактерий.

7.3. Дезинфекция, предстерилизационная очистка и стерилизация изделий медицинской техники и медицинского назначения.

7.3.1. Изделия медицинской техники и медицинского назначения после применения подлежат дезинфекции независимо от дальнейшего их использования (изделия однократного и многократного применения). Дезинфекцию можно проводить физическими и химическими методами. Выбор метода зависит от особенностей изделия и его назначения.

7.3.2. Для дезинфекции изделий медицинской техники и медицинского назначения применяют дезинфицирующие средства, обладающие широким спектром антимикробного (вирулицидное, бактерицидное, фунгицидное с активностью в отношении грибов рода Кандида) действия.

7.3.3. При проведении дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации растворами химических средств

изделия медицинского назначения погружают в рабочий раствор средства (далее — раствор) с заполнением каналов и полостей. Разъемные изделия погружают в разобранном виде, инструменты с замковыми частями замачивают раскрытыми, сделав этими инструментами в растворе несколько рабочих движений.

7.3.4. Объем емкости для проведения обработки и объем раствора средства в ней должны быть достаточными для обеспечения полного погружения изделий медицинского назначения в раствор; толщина слоя раствора над изделиями должна быть не менее одного сантиметра.

7.3.5. Дезинфекцию способом протирания допускается применять для тех изделий медицинской техники и медицинского назначения, которые не соприкасаются непосредственно с пациентом или конструкционные особенности которых не позволяют применять способ погружения (наконечники, переходники от турбинного шланга к наконечникам, микромотор к механическим наконечникам, наконечник к скелеру для снятия зубных отложений, световоды светоотверждающих ламп). Для этих целей не рекомендуется использовать альдегидсодержащие средства. Обработку наконечников после каждого пациента допускается проводить следующим образом: канал наконечника промывают водой, прочищая с помощью специальных приспособлений (мандрены и т. п.), и продувают воздухом; наконечник снимают и тщательно протирают его поверхность (однократно или двукратно, до удаления видимых загрязнений) тканевыми салфетками, смоченными питьевой водой, после чего обрабатывают одним из разрешенных к применению для этой цели дезинфицирующих средств (с учетом рекомендаций фирмы-производителя наконечника), а затем в паровом стерилизаторе.

7.3.6. После дезинфекции изделия медицинского назначения многократного применения должны быть отмыты от остатков дезинфицирующего средства в соответствии с рекомендациями, изложенными в инструкции по применению конкретного средства.

7.3.7. Обеззараживание стоматологических отсасывающих систем проводят после окончания работы, для чего через

систему прокачивают раствор дезинфицирующего средства, рекомендованного для этих целей; заполненную раствором систему оставляют на время, указанное в инструкции по применению средства. После окончания дезинфекционной выдержки раствор из системы сливают и промывают ее проточной водой.

7.3.8. В физиотерапевтическом отделении дезинфекции подвергают съемные десневые и точечные электроды, тубусы к аппарату КУФ (коротковолновый ультрафиолетовый облучатель), световоды лазерной установки, стеклянные электроды к аппарату дарсонвализации. Для аппликаций во рту используют стерильный материал.

7.3.9. Качество предстерилизационной очистки изделий оценивают путем постановки азопирамовой или амидопириновой пробы на наличие остаточных количеств крови, а также путем постановки фенолфталеиновой пробы на наличие остаточных количеств щелочных компонентов моющих средств (только в случаях применения средств, рабочие растворы которых имеют рН более 8,5) в соответствии с действующими методическими документами и инструкциями по применению конкретных средств.

7.3.10. Контроль качества предстерилизационной очистки проводят ежедневно. Контролю подлежат: в стерилизационной — 1% от каждого наименования изделий, обработанных за смену; при децентрализованной обработке — 1% одновременно обработанных изделий каждого наименования, но не менее трех единиц. Результаты контроля регистрируют в журнале.

7.3.11. Стерилизации подвергают все инструменты и изделия, контактирующие с раневой поверхностью, кровью или инъекционными препаратами, а также отдельные виды медицинских инструментов, которые в процессе эксплуатации соприкасаются со слизистой оболочкой и могут вызвать ее повреждения:

- стоматологические инструменты: пинцеты, зонды, шпатели, экскаваторы, штопферы, гладилки, коронкосниматели, скеллеры, стоматологические зеркала, боры (в том числе с алмазным покрытием) для всех видов наконечни-

ков, эндодонтические инструменты, штифты, стоматологические диски, фрезы, разделительные металлические пластинки, матрицедержатели, ложки для снятия оттисков, инструменты для снятия зубных отложений, пародонтальные хирургические инструменты (кюретки, крючки разных модификаций и др.), инструменты для пломбирования каналов зуба (плагеры, спредеры), карпульные шприцы, различные виды щипцов и кусачек для ортодонтического кабинета, пылесосы;

- ультразвуковые наконечники и насадки к ним, наконечники, съемные гильзы микромотора к механическим наконечникам, канюли к аппарату для снятия зубного налета;
- хирургические инструменты: стоматологические щипцы, кюретажные ложки, элеваторы, долота, наборы инструментов для имплантологии, скальпели, корнцанги, ножницы, зажимы, гладилки хирургические, шовные иглы;
- лотки для стерильных изделий медицинского назначения, инструменты для работы со стерильным материалом, в том числе пинцеты и емкости для их хранения.

7.3.12. Стерилизацию изделий медицинского назначения, применяемых в стоматологии, осуществляют физическими (паровым, воздушным, инфракрасным, с применением среды нагретых стеклянных шариков) или химическими (с применением растворов химических средств, газовым, плазменным) методами согласно действующим документам, используя для этого соответствующие стерилизующие агенты и типы оборудования, разрешенные к применению в установленном порядке. Выбор адекватного метода стерилизации зависит от особенностей стерилизуемых изделий. Стерилизацию осуществляют по режимам, указанным в инструкции по применению конкретного средства и руководстве по эксплуатации стерилизатора конкретной модели.

7.3.13. Наконечники, в том числе ультразвуковые, и насадки к ним, эндодонтические инструменты с пластмассовыми хвостовиками стерилизуют только паровым методом.

7.3.14. В гласперленовых стерилизаторах допускается стерилизовать боры различного вида и другие мелкие инструменты



при полном погружении их в среду нагретых стеклянных шариков. Не рекомендуется использовать данный метод для стерилизации более крупных стоматологических инструментов с целью стерилизации их рабочих частей.

7.3.15. Инфракрасным методом стерилизуют изделия из металлов: стоматологические щипцы, стоматологические микрохирургические инструменты, боры твердосплавные, головки и диски алмазные, дрельборы, каналонаполнители и другие.

7.3.16. Химический метод стерилизации с применением растворов химических средств допускается применять для стерилизации только тех изделий, в конструкции которых использованы термолабильные материалы, не позволяющие использовать другие методы стерилизации.

Для химической стерилизации применяют растворы альдегидов или кислородсодержащих средств, или некоторых хлорсодержащих компонентов, обладающих спороцидным действием.

Во избежание разбавления рабочих растворов, особенно используемых многократно, погружаемые в них изделия должны быть сухими.

При стерилизации растворами химических средств все манипуляции проводят, строго соблюдая правила асептики; используют стерильные емкости для стерилизации и отмывания изделий стерильной питьевой водой от остатков средства. Изделия промывают согласно рекомендациям, изложенным в инструкции по применению конкретного средства.

7.3.17. При паровом, воздушном, газовом и плазменном методах изделия стерилизуют в упакованном виде, используя стерилизационные упаковочные одноразовые материалы или многоразовые контейнеры (стерилизационные коробки с фильтрами), разрешенные применительно к конкретному методу стерилизации в установленном порядке.

Хранение изделий, простерилизованных в упакованном виде, осуществляют в шкафах, рабочих столах. Сроки хранения указываются на упаковке и определяются видом упаковочного материала и инструкцией по его применению.

7.3.18. Бактерицидные камеры, оснащенные ультрафиолетовыми лампами, допускается применять только с целью

хранения инструментов для снижения риска их вторичной контаминации микроорганизмами в соответствии с инструкцией по эксплуатации. Запрещается применять такое оборудование с целью дезинфекции или стерилизации инструментов.

### **Методы дезинфекции**

Инструмент и шприцы замачивают в одном из следующих растворов:

- Хлорамин — 3% раствор — 60 минут;
- Деохлор таблетки — 0,1% раствор (7 табл. на 10 л воды) — 30 минут; Дюльбак растворимый — готовый раствор — 15 минут;
- Дюльбак ДТБЛ (Дюльбак Макси) — 2% раствор — 60 минут;
- Септодор — 2% раствор — 60 минут.

### **Предстерилизационная обработка**

Инструменты и шприцы моют ершами и щетками с мылом под проточной водой, затем замачивают в 0,5% моющем растворе при температуре 50 °С на 15 минут. После этого инструмент промывают под проточной водой 10 минут и ополаскивают дистиллированной водой 30 секунд. Затем инструмент сушат горячим воздухом при температуре 80–85 °С до полного исчезновения влаги в сухожаровом шкафу.

При использовании в качестве дезинфицирующих средств современных растворов, таких как Дюльбак, Септодор, Мистраль и др., не требуется повторного замачивания инструментов в моющем растворе. Достаточно промыть инструменты ершами и щетками с дезинфицирующим раствором под проточной водой.

Кроме того, новым методом предстерилизационной очистки является обработка инструментов в ультразвуковых ваннах. Инструменты замачиваются в дезинфицирующем растворе, потом в течение 15 минут обрабатываются в ультразвуковой ванне, затем промываются под проточной водой и стерилизуются.

Лазер обладает отражающей способностью.

Степень опасности — 4.

Особенности организации кабинета:

- отсутствие глянцевых, полированных и зеркальных поверхностей;
- одна установка в кабинете;
- блокировка двери во время приема;
- на дверях должна быть специальная наклейка, сигнализирующая об опасности.

Влияние на сетчатку глаза требует особой защиты. Врач, ассистент и пациент одевают специальные защитные очки из комплекта для лазерной защиты.

### Стерилизация

<i>Метод</i>	<i>Режим</i>	<i>Температура</i>	<i>Раствор</i>	<i>Время</i>	<i>Тест-контроль</i>
Воздушный (сухожаровой шкаф)	1.	180 °С		60 мин	Лента «Винар», ИС-180, янтарная лента или тиомочевина
	2.	160 °С		150 мин	«Сахароза», лента «Винар», ИС-160
Гласперленовый стерилизатор				Боры, эндодонтия — 20 с. Зеркала — 40 с. Щипцы — 2 мин	
Автоклав паровой с вакуумированием	1.	134 °С		5 мин	
	2.	135 °С		3 мин	
Химический (скальпели, ножницы, зеркала)	1.	Комнатная	Р-р перекиси водорода 6%	6 ч	
	2.	50 °С	Р-р перекиси водорода 6%	3 ч	
	3.		Деохлор	45 мин	
Химический	Для металлических инструментов		Дюльбак растворимый — готовый раствор	3 ч	
	Для полимерных инструментов		Дюльбак растворимый — готовый раствор	10 ч	

### **III. ОСОБЕННОСТИ ОБЕЗБОЛИВАНИЯ В ЛАЗЕРНОЙ СТОМАТОЛОГИИ. ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРА В КАРИЕСОЛОГИИ И ЭНДОДОНТИИ**

В лазерной стоматологии чаще всего применяется местное обезболивание.

I. Для повышения эффективности местного обезболивания предпочтительно пользоваться амидными анестетиками (Тримекаин, Лидокаин, Ультракаин, Ксилокаин и др.). Для усиления действия анестетика необходимо добавление вазоконстриктора. Для уменьшения побочных явлений нужно стремиться к снижению количества анестетика. Повышению эффективности способствует и применение новейшего инструментария и шприцов.

II. В качестве воздействия на психоэмоциональный фактор болевой реакции применяют седативные препараты. Препараты бензодиазепинового ряда, относящиеся к транквилизаторам, снижают напряженность и беспокойство, незначительно снижают артериальное давление, обладают антигипоксическим действием, уменьшают саливацию, нормализуют работу противоболевой системы. Транквилизаторы назначаются с анальгетиками и холинолитиками.

III. Для профилактики возникновения вегетативных осложнений в стоматологической практике значение имеют тщательно собранный анамнез и данные объективного обследования общего состояния на момент вмешательства.

**Лазерная доплеровская флоуметрия для определения жизнеспособности пульпы.** Современным методом исследования микроциркуляции в пульпе зуба и тканях пародонта является лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ). Детальный анализ состояния микроциркуляции в области патологического очага основан на выделении ритмических составляющих гемодинамических потоков в тканях. Программное обеспечение позволяет исследовать и оценивать механизм активной и пассивной модуляции тканевого кровотока. Данный метод

позволяет оценить общий уровень периферической перфузии, выявить особенности состояния и регуляции кровотока в микроциркуляторном русле, что особенно важно при дифференцированном подборе терапии. Метод является объективным и точным благодаря возможности длительной экспозиции, воспроизводимым, высокочувствительным по отношению к малейшим изменениям кровотока. Метод является неинвазивным и безболезненным.

### **Показания к методу ЛДФ:**

- оценка состояния микроциркуляции крови у больных с различными заболеваниями сердечно-сосудистой системы, а также с поражениями системы микроциркуляции в диабетологии, кардиологии, гастроэнтерологии, дерматологии;
- контроль кровотока в пульпе зуба при лечении кариеса и пульпита биологическим методом, при травме зубов, ортодонтическом лечении, одонтопрепарировании;
- оценка состояния микроциркуляции крови в пародонте при лечении его заболеваний, контроль состояния микроциркуляции крови в пародонте;
- подбор адекватной терапии для пациентов и контроль за ее эффективностью.

**Противопоказаний к применению метода ЛДФ** как неинвазивного метода функциональной диагностики состояния микроциркуляции **нет**.

Анализатор микроциркуляции крови ЛАКК-02 (исполнение 1), производитель (торговая марка) ЛАЗМА — одноканальный компьютеризированный лазерный анализатор микроциркуляции крови. Одноканальный вариант зондирования ткани — традиционный метод исследования микроциркуляции. Этот способ целесообразно применять для оценки общего состояния микроциркуляции. Одноканальный способ зондирования широко применяется при экспериментальных работах. В приборе предусмотрены два канала обработки зарегистрированного сигнала: канал для исследований на пульпе

и канал для пародонта. Световодный зонд анализатора ЛАКК-02 обеспечивает доставку зондирующего излучения от лазера к области исследований и транспортировку к фотоприемникам отраженного от ткани излучения, содержит три моноволокна, ориентированных при измерениях перпендикулярно исследуемой поверхности.

### **Принципы метода лазерной доплеровской флоуметрии.**

В двухканальном анализаторе применяются два одинаковых зондирующих канала для контроля состояния микроциркуляции на двух областях, контрольной и области, которая является предметом исследования. Области могут быть симметричными — справа и слева, а также соседними, например, патологическая и здоровая. Исследования микроциркуляции в симметричных зонах следует рассматривать как самостоятельный диагностический подход при коррекционных мероприятиях восстановительной медицины.

При взаимодействии с тканью в отраженном сигнале имеется составляющая, обусловленная отражением от движущихся эритроцитов, пропорциональная скорости движения (эффект Доплера). Амплитуда сигналов в приборе формируется от всех эритроцитов, находящихся в области зондирования, движущихся с разными скоростями и по-разному количественно распределенных в артериолах, капиллярах, венах и артерио-веноулярных анастомозах.

По итогам исследования пациент может получить следующую информацию:

- определение величины перфузии;
- амплитудно-частотный анализ кровотока;
- определение функционального резерва, реактивности микрососудов и состояния регуляторных механизмов по данным функциональных тестов;
- определение формы и степени расстройства микроциркуляции;
- тип микрогемодинамики.

## **Описание медицинской технологии**

Методику исследования пациентов проводят в стоматологическом кресле, в положении сидя. Необходимые факторы обследования: отсутствие какого-либо воздействия на твердые ткани зубов, слизистую оболочку рта и десны (чистка зубов, прием жесткой пищи, использование жевательной резинки и т.д.) и психоэмоциональной нагрузки не менее чем за 1 час до обследования. Перед регистрацией записи лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) измеряют артериальное давление, которое может изменять достоверность полученных результатов.

Перед исследованием микроциркуляции в пульпе зуба проводят аппаратную компенсацию уровня сигнала, обусловленного цветом зуба и влияющего на величину сигнала, получаемого непосредственно с пульпы. Для этого световод в черной эластичной насадке устанавливают в верхней трети коронки исследуемого зуба и получают биологический ноль в приборе методом автоматического вычитания (Решение о выдаче патента по заявке № 2007125741 от 09.07.2007). После этого световодный зонд устанавливают перпендикулярно вестибулярной или щечной поверхности зуба в пришеечной области на 2 мм выше десневого края в зоне коронковой части пульпы. Установка световодного зонда проводится без выраженного давления на зуб во избежание реакции сосудов периодонта, тесно связанных с сосудистой системой пульпы зуба. Находят полезный сигнал колебаний кровотока в микроциркуляторном русле пульпы, регистрируют ЛДФ-грамму в течение 3–5 мин и проводят ее последующую обработку в автоматическом режиме.

Предварительно по этой методике проводят регистрацию ЛДФ-грамм с интактного симметричного зуба. Для диагностики витальности зуба, состояния кровотока в пульпе, при кариесе, пульпите и заболеваниях пародонта сравнивают доплерограммы исследуемого зуба и интактного симметричного.

После регистрации ЛДФ-грамм на монитор выводятся средние статистические значения флоуметрии (амплитуд сигнала на выходе прибора): величина среднего потока перфузии крови (М) в интервале времени регистрации, среднее квадратичное

отклонение ( $\sigma$ ) и интегральный показатель вариаций ( $K_V$ ) данного процесса, расчетные параметры которых позволяют проводить общую оценку состояния гемомикроциркуляции.

Более детальный анализ функционирования микроциркуляторного русла проводится при анализе амплитудно-частотного спектра с применением математических аппаратов Фурье и вейвлет-преобразования.

**Физические основы метода ЛДФ** заключаются в том, что монохроматическое излучение диодного лазера с длиной волны 0,63 или 0,8 мкм доставляется к зубу на 2 мм выше десневого края по гибкому зонду диаметром 3 мм и длиной 1,8 м, состоящему из 3 световодных волокон. Одно световодное волокно используется для передачи зондирующего излучения, а два других являются приемными (рис. 7), по которым отраженное излучение доставляется к прибору для фотометрирования и дальнейшей обработки.

На выходе из прибора формируется электрический сигнал, пропорциональный величине перфузии крови в микроциркуляторном русле, определяемой по показателю микроциркуляции — М (перф. ед.), который является его интегральной характеристикой. Показатель М пропорционален концентрации эритроцитов в измеряемом объеме ткани

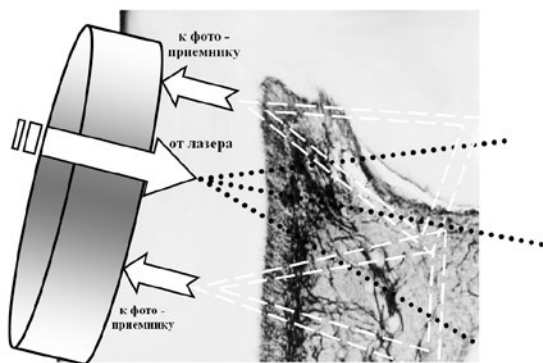


Рис. 7. Схема взаимодействия лазерного излучения с микрососудами



(1–1,5 мм<sup>3</sup>) и среднеквадратичной скорости их движения. Отражаясь от эритроцитов, продвигающихся в капиллярах коронковой части пульпы, лазерное излучение претерпевает изменение частоты (эффект Допплера), которое прямо пропорционально скорости их движения. Часть излучения поглощается твердыми тканями и пульпой зуба, а отраженный от эритроцитов сигнал поступает по световодному зонду в компьютеризированный лазерный анализатор капиллярного кровотока для дальнейшей обработки (ЛАКК-02, ЛАЗМА, Россия).

**Физиологические основы метода ЛДФ** заключаются в том, что этот метод позволяет определять уровень перфузии кровью исследуемых тканей. Составной частью метода ЛДФ является анализ колебаний кровотока, зарегистрированных ЛДФ-граммой. Ритмы колебаний (флуктуаций) и их соотношение играют важную диагностическую роль. Спонтанные колебания кровотока во многом обусловлены вазомоциями — ритмическими изменениями диаметра прекапиллярных резистивных сосудов, которые вызывают ритмические колебания скорости движения эритроцитов в микроциркуляторном русле.

Помимо вазомоций, составляющих основу активного механизма модуляций (колебаний) кровотока, в системе микроциркуляции действуют и другие механизмы, обусловленные перепадами артериального и венозного давления, а также вазоконстрикторным влиянием симпатической нервной системы. В связи с этим было предложено обозначать колебания скорости эритроцитов в микрососудах как флаксмоции. В результате спектрального разложения ЛДФ-граммы на гармонические составляющие определяется вклад различных ритмических составляющих флаксмоций в ЛДФ-грамме, что имеет важное значение для диагностики микроциркуляторных нарушений.

Ритмическая структура флаксмоций выявляется с помощью амплитудно-частотного спектра ЛДФ-грамм и является результатом различных (нейрогенных, миогенных, дыхательных, сердечных и других) влияний на состояние микроциркуляции. При этом определяется характеристика потока эритроцитов — среднеквадратичное отклонение, обозначаемое  $\sigma$ . Соотношение

между перфузией кровью ткани (М) и величиной ее изменчивости (σ) (флаксом) оценивается коэффициентом вариации (K<sub>v</sub>), характеризующим вазомоторную активность микрососудов

$$K_v = \frac{\sigma}{M} \times 100\%, \quad (1)$$

где М — показатель микроциркуляции; σ — среднеквадратичное отклонение.

Помимо расчета статистических характеристик потока эритроцитов в микрососудах пульпы зуба, анализируют также ритмические изменения этого потока с помощью специальной программы, основанной на использовании математического аппарата. В результате спектрального разложения ЛДФ-граммы на гармонические составляющие колебаний капиллярного кровотока пульпы зуба предоставляется возможность дифференцирования различных ритмических составляющих флаксмоций (рис. 8), что важно для диагностики влияний механизма регуляции на нарушение потока крови в микроциркуляторном русле. Каждая ритмическая компонента при спектральном анализе ЛДФ-граммы характеризуется двумя параметрами: частотой (F) и амплитудой (А) (см. рис. 8). Наиболее принципиальным является вопрос о том, какие частоты флаксмоций имеют физиологическое значение, так как этим определяется диагностическая

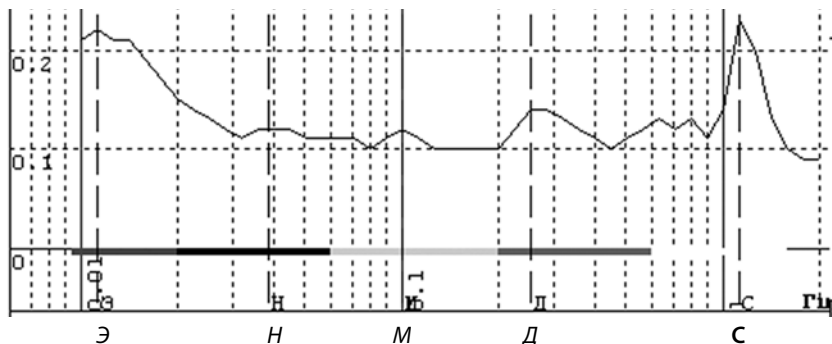


Рис. 8. Амплитуды колебаний сосудистой стенки в пульпе зуба (вейвлет-преобразование ЛДФ-граммы)

ценность использования ЛДФ для оценки нарушений механизмов регуляции микроциркуляции.

В амплитудно-частотном спектре флаксмоции ЛДФ-граммы укладываются в диапазоне частот от 0,0095 до 1,6 Гц. Наиболее значимыми в диагностическом плане являются медленные волны (см. рис. 8): эндотелиальные (Э), обусловленные функционированием эндотелия — выбросом вазодилатора NO; нейрогенные (Н), связанные с симпатическими адренергическими (в основном терморегуляторными) влияниями на гладкие мышцы артериол и артериоллярных участков артериоло-венулярных анастомозов; миогенные (М), связанные с состоянием мышечного тонуса прекапилляров, регулирующего приток крови в нутритивное звено микроциркуляторного русла.

Быстрые (высокочастотные) волны в ЛДФ-грамме — это дыхательные волны (Д) (см. рис. 8). Эти флаксмоции обусловлены распространением в микрососуды со стороны путей оттока крови волн перепадов давления в венозной части кровеносного русла. Они преимущественно связаны с дыхательными экскурсиями грудной клетки. Увеличение амплитуды дыхательной волны в микроциркуляторном русле обусловлено изменениями венозного давления при легочной механической активности — присасывающим действием «дыхательного насоса». Местом локализации дыхательных ритмов в системе микроциркуляции являются вены. Наиболее явно респираторные колебания проявляются, если снижается градиент артериовенозного давления.

Диагностическое значение дыхательной волны заключается в ее связи с венулярным звеном. Например, увеличение амплитуды дыхательной волны указывает на снижение микроциркуляторного давления. Ухудшение оттока крови из микроциркуляторного русла может сопровождаться увеличением объема крови в венулярном звене. Это обстоятельство приводит к росту амплитуды дыхательной волны в ЛДФ-грамме.

Амплитуда пульсовой волны сердечного цикла (С) (см. рис. 8), осуществляющейся притоком крови в микроциркуляторное русло со стороны артерий, является показателем, который изменяется в зависимости от состояния тонуса резистивных сосудов. Очевидно, что при снижении сосудистого тонуса увеличивается

объем притока артериальной крови в микроциркуляторное русло, модулированной пульсовой волной. Увеличение амплитуды пульсовой волны может наблюдаться вследствие уменьшения эластичности сосудистой стенки.

Природа пульсовых флуксуаций достаточно хорошо известна: они обусловлены изменениями скорости движения эритроцитов в микрососудах, вызываемыми перепадами систолического и диастолического давления.

Величина амплитуды пульсовой волны положительно связана с амплитудами колебаний кровотока, обусловленных функционированием нейрогенного и миогенного механизмов регуляции кровотока, от которых зависит диаметр просвета артериол и артериоло-венулярных анастомозов. Медленные волны флуксуаций (Н, М) по своей природе связаны с функцией вазомоторов (гладкомышечных клеток в прекапиллярном отделе резистивных сосудов) и относятся к механизмам активной модуляции кровотока в системе микроциркуляции со стороны путей притока крови.

В системе кровоснабжения микроциркуляторное русло является связующим звеном между артериальными и венозными сосудами. В результате этого ритмы флуктуаций (колебаний) потока эритроцитов в системе микроциркуляции подвержены влияниям как со стороны путей притока (артериальные или активные модуляции флуктуаций тканевого кровотока), так и со стороны путей оттока — пассивные модуляции флуктуаций.

Активные механизмы контроля микроциркуляции (факторы, непосредственно воздействующие на систему микроциркуляции) — это эндотелиальный, миогенный и нейрогенный механизмы регуляции просвета сосудов, тонуса сосудов. Эти факторы контроля регуляции модулируют поток крови со стороны сосудистой стенки и реализуются через ее мышечный компонент.

Пассивные механизмы вызывают колебания кровотока вне системы микроциркуляции (рис. 9): пульсовая волна (С) — со стороны артерий, присасывающее действие «дыхательного насоса» (Д) — со стороны вен. Эти колебания проникают с кро-

воток в исследуемую область, так как микроциркуляторное русло, являющееся составной частью системы кровообращения, топографически расположено между артериями и венами.

Влияние активных и пассивных факторов на поток крови приводит к изменению скорости и концентрации эритроцитов, которые вызывают модуляцию перфузии крови и регистрируются в виде сложного колебательного процесса.

Активные механизмы создают поперечные колебания кровотока (см. рис. 9) в результате чередования сокращения и расслабления мышц сосудов артериолярного типа (сменяющие друг друга состояния вазоконстрикции и вазодилатации). Пассивные факторы вызывают продольные колебания кровотока, выражающиеся в периодическом изменении объема крови в микрососуде. В артериолах характер изменения объема крови определяется пульсовой волной, в венах — рабочим ритмом «дыхательного насоса».

Исполнительным объектом или «мишенью» активных механизмов регуляции микроциркуляции является мышечный компонент сосудистой стенки прекапилляров. Пассивные факторы влияют также на сосудистую стенку посредством колебаний кровотока (рис. 10).

В физиологических условиях мишенью нейрогенной регуляции являются артериолы и артериоло-венулярные анастомозы. Миогенная регуляция в чистом виде локализована в прекапиллярах и сфинктерах. Эндотелиальная регуляция диаметра сосудов затрагивает преимущественно прекапиллярное



Рис. 9. Активные и пассивные факторы, определяющие модуляцию кровотока в микроциркуляторном русле

звено (артериолы, прекапилляры). В капиллярах регистрируются миогенные и пульсовые колебания, проникающие с током крови при его продвижении через прекапилляры (см. рис. 10).

Регистрируемый ЛДФ-граммой колебательный процесс является результатом наложения колебаний, обусловленных активными и пассивными факторами регуляции микроциркуляции (рис. 11).

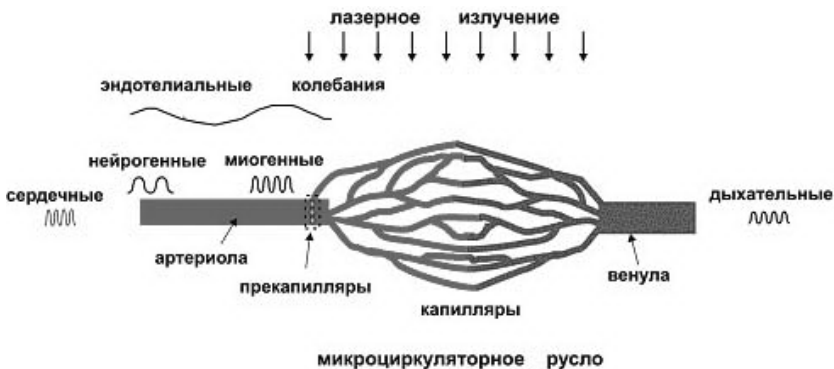
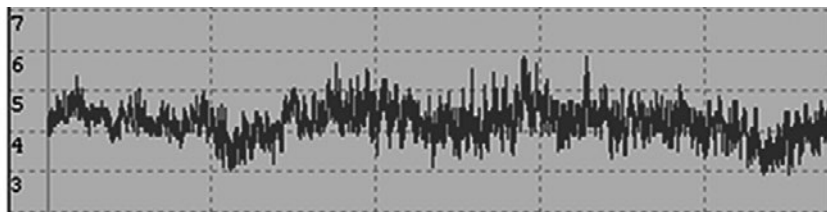


Рис. 10. Пространственная локализация воздействий на микроциркуляцию активных и пассивных факторов регуляции микроциркуляции



Диапазон частот	З	Н	М	Д	С
	0.0095..0.02	0.02..0.06	0.06..0.2	0.2..0.6	0.6..1.6
Fmax	0.011	0.039	0.100	0.252	1.124
Amax	0.220	0.120	0.120	0.140	0.230

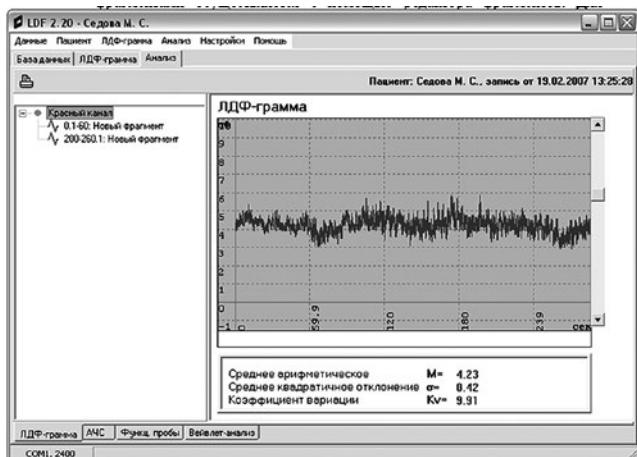
Рис. 11. Результат наложения флуктуаций (колебаний) потока эритроцитов в системе микроциркуляции пульпы интактного 11 зуба. ЛДФ-грамма и амплитудно-частотные спектры колебаний кровотока в микроциркуляторном русле

В настоящее время наряду с преобразованием Фурье применяется вейвлет-анализ ЛДФ-грамм. Если в основе алгоритма преобразования Фурье лежит определение частотных компонент ЛДФ-граммы (рис. 12), связанных с периодическими функциями (синусами и косинусами) различных частот, а вычисление частотных компонент осуществляется путем перемножения периодических функций на результаты изменения перфузии крови, представленных в ЛДФ-грамме, то при вейвлет-анализе (рис. 13) определяется вклад определенной группы ритмов относительно средней модуляции кровотока. Это позволяет проводить разбор нормированных характеристик ритмов колебаний кровотока: эндотелиального (Э), нейрогенного (Н), миогенного (М), дыхательного (Д), сердечного (С). Математический аппарат вейвлет-преобразования позволяет наилучшим образом выявлять периодичность коротких и длительных процессов, представленных в одной ЛДФ-грамме. В основе вейвлет-преобразования лежит почленное перемножение массива данных ЛДФ-граммы на массив, содержащий вейвлеты (волны) для разных частот.

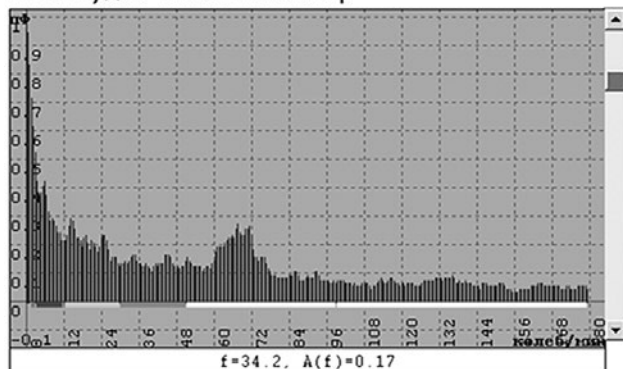
Наиболее значимым при вейвлет-анализе ЛДФ-грамм является возможность оценить влияние миогенных и нейрогенных компонентов тонуса микрососудов. Природа нейрогенного тонуса (НТ) связана с активностью  $\alpha$ -адренорецепторов мембран гладкомышечных клеток мышечного слоя сосудистых стенок, возбуждение которых приводит к вазоконстрикции. Снижение амплитуды флуктуаций на ЛДФ-грамме означает повышение тонуса и ригидности (снижение эластичности) сосудистой стенки и, наоборот, увеличение этих амплитуд является следствием снижения сосудистого тонуса.

Поскольку имеются отличия в регуляции тонуса артериол и прекапиллярных сфинктеров, это позволяет неинвазивно оценивать соотношения шунтирующего и нутритивного кровотоков в микрососудистой сети. Показатель шунтирования (ПШ) определяется соотношением МТ к НТ

$$\text{ПШ} = \frac{\text{МТ}}{\text{НТ}}, \quad (2)$$



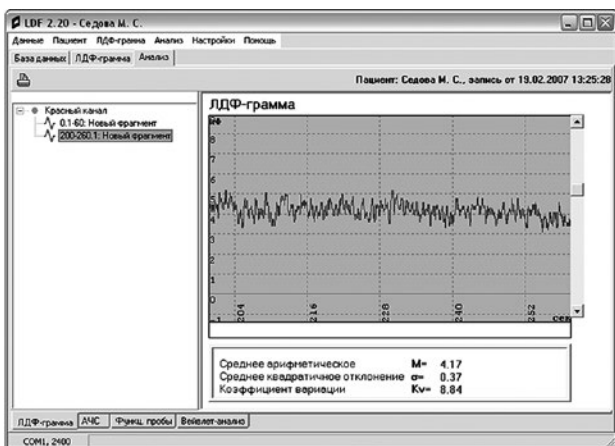
### Амплитудно-частотный спектр



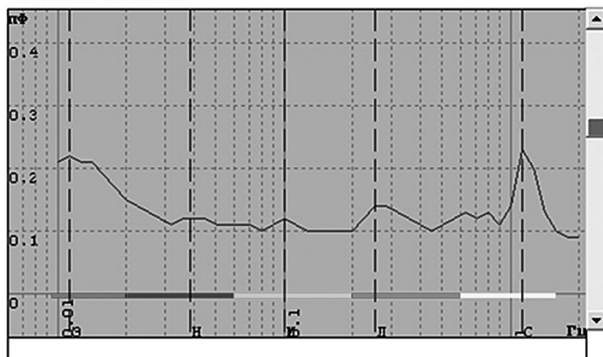
Диапазон частот	$\alpha$ 2..3	LF 4..12	HF1 13..30	HF2 31..49	CF1 50..99	CF2 100..180
$F_{max}$	1.80	6.00	14.40	34.20	67.80	136.20
$A_{max}$	0.72	0.43	0.30	0.17	0.28	0.10
$(A_{max}/3\sigma) \cdot 100\%$	57.20	34.16	23.83	13.51	22.25	7.94
$(A_{max}/M) \cdot 100\%$	17.01	10.16	7.09	4.02	6.61	2.36
$A_{max}CF1$		$A_{max}LF = 0.65$		HT = 0.58		
$A_{max}HF1$		$A_{max}LF = 0.70$		MT = 0.98		
ИЭМ =		0.74		ПШ = 1.67		

Рис. 12. Амплитудно-частотный спектр ЛДФ-граммы





### Вейвлет-анализ



Диапазон частот	Э 0.0095..0.02	Н 0.02..0.06	М 0.06..0.2	Д 0.2..0.6	С 0.6..1.6
<b>Fmax</b>	0.011	0.039	0.100	0.252	1.124
<b>Amax</b>	0.220	0.120	0.120	0.140	0.230
<b>(Amax/3s) -100%</b>	17.479	9.534	9.534	11.123	18.273
<b>(Amax/M) -100%</b>	5.197	2.835	2.835	3.307	5.433

HT = 3.50

MT = 3.50

ПШ = 1.00

Рис. 13. Вейвлет-анализ ЛДФ-граммы

Чем выше амплитуда нейрогенных колебаний и меньше амплитуда миогенных колебаний, тем значения ПШ больше и наоборот. Данная формула применена в физиологических условиях, когда доминирующими колебаниями потока крови в артериолах являются волны колебаний нейрогенного диапазона. Если значение ПШ меньше 1, то это означает поступление значительного объема крови в нутритивное звено микроциркуляторной сети на фоне спазма шунтов (прекапиллярных сфинктеров). Это происходит, например, при активации симпатических вазомоторных нервных волокон.

**Показатели микроциркуляции в пульпе зуба при острой травме.** Установлено, что после острой травмы зубов фронтальной группы показатель микроциркуляции М снижается до «биологического нуля» — горизонтальная линия на нулевой отметке ЛДФ-граммы (рис. 14).

Таким образом, с помощью ЛДФ можно проводить диагностику витальности пульпы зуба при его травме.

**Показатели микроциркуляции в пульпе зуба при кариесе.** Изучение состояния микроциркуляции пульпы при кариесе ден-

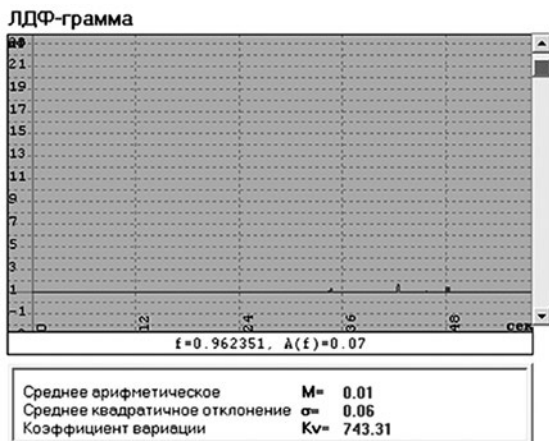


Рис. 14. ЛДФ-грамма 11 зуба после острой травмы — отсутствие витальности зуба (M=0)

тина проводили у лиц с интактным пародонтом. Установлено, что при этом имеется повышение значения показателя микроциркуляции в среднем в 2,9 раза по сравнению с контролем (интактные зубы) (рис. 15, 16). При этом вазомоторная активность ( $K_v$ ) капиллярного кровотока в пульпе зуба при кариесе дентина снижена в 4,6 раза по сравнению с контролем (рис. 17).

По данным вейвлет-анализа, при кариесе дентина было установлено достоверное снижение основных амплитуд колебаний

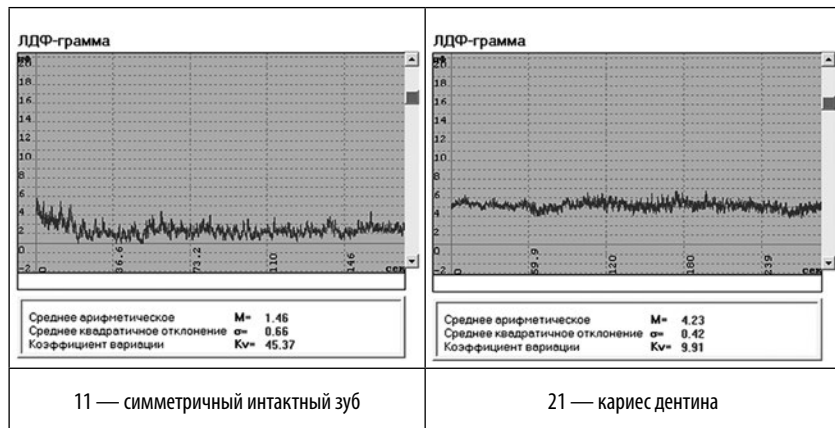


Рис. 15. ЛДФ-граммы пульпы при различных состояниях зубов



сосудистой стенки пульпы зуба. Из всех амплитуд незначительно увеличивалась только пульсовая волна (С) — на 4,5% в сравнении с контролем (рис. 18). Это увеличение может наблюдаться вследствие снижения эластичности сосудистой стенки. Величина амплитуды пульсовой волны может быть положительно связана с амплитудами колебаний кровотока, обусловленных функционированием нейрогенного и миогенного механизмов, от которых зависят диаметры просвета артериол и артериоло-веноулярных анастомозов. Увеличение амплитуды пульсовой волны (С) при повышении перфузии крови (увеличение М) означает приращение притока крови в микроциркуляторное русло.

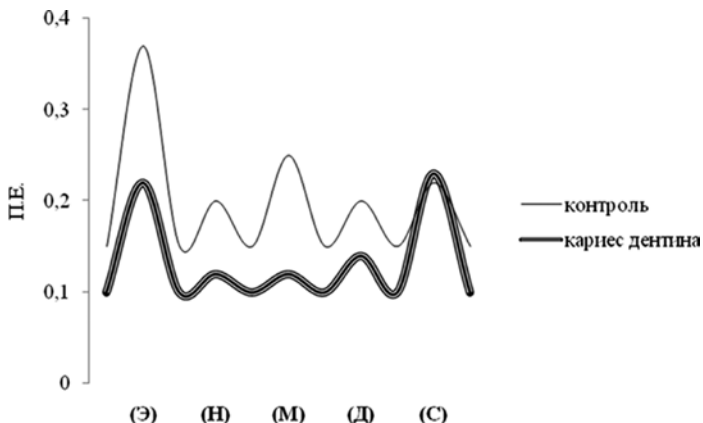


Рис. 18. Средние значения амплитуд колебаний сосудистой стенки в пульпе зуба при кариесе дентина

Достоверное снижение амплитуды дыхательной волны (Д) на 30% указывает на увеличение давления в микрососудах пульпы зуба при кариесе дентина (см. рис. 18).

Миогенные колебания (М) также достоверно снижены на 52% при кариесе дентина (см. рис. 18). Уменьшение вазомоторных амплитуд (Н, М) вызывает повышение мышечного сопротивления и, следовательно, снижение нутритивного кровотока. Прекапиллярная вазоконстрикторная реакция связана с проявлением миогенной регуляции микроциркуляторной сети и состоянием метаболизма пульпы зуба.

При активации симпатических вазомоторных волокон импульсация в них усиливается, приводя к увеличению нейрогенного компонента артериолярного тонуса, возрастанию жесткости сосудистой стенки и снижению амплитуд флуктуаций кровотока в нейрогенном диапазоне (Н). При кариесе дентина их амплитуда достоверно снижена на 40% (см. рис. 18).

Эндотелиальные колебания (Э) — более медленные по сравнению с частотой нейрогенных и миогенных, обусловлены функционированием эндотелия (выбросом вазодилатора NO). Микроваскулярный эндотелий осуществляет модуляцию мышечного тонуса сосудов секрецией в кровь периодически изменяющихся концентраций вазоактивных субстанций. Эндотелиальный выброс NO включен в физиологическую регуляцию мышечного тонуса микрососудов и играет важную роль в снижении давления и распределении потока крови. При кариесе дентина амплитуда эндотелиальных колебаний (Э) микроротока в пульпе зуба снижается на 40,5% (см. рис. 18).

Очевидно, что регистрируемые амплитуды флуктуаций кровотока эндотелиального, нейрогенного и миогенного происхождения прямо связаны с величиной просвета микрососудов пульпы зуба и, следовательно, с мышечным тонусом. Снижение амплитуды колебаний сосудистой стенки сочетается с повышением ее тонуса и регидности.

Математический анализ амплитудного спектра пассивных и активных колебаний микроротока в пульпе зуба при кариесе дентина показал, что наблюдается незначительное повышение нейрогенного тонуса (НТ) — на 5,3% по сравнению с контролем. Миогенный тонус (МТ) сосудов пульпы при кариесе дентина отличается значительным повышением средних показателей и возрастает на 31,7%, что характеризуется значительной констрикцией прекапилляров. Соответственно при кариесе дентина возрастает шунтирующий кровоток (ПШ) на 25% как механизм регуляции внутрипульпарного давления.

**Применение лазера в кариесологии и эндодонтии.** По современным данным, основным этиологическим фактором кариеса зубов считается кариесогенная микрофлора полости

рта. Способствуют возникновению и прогрессированию кариозного процесса кариесогенные факторы. Выделяют общие и местные кариесогенные факторы. Общие кариесогенные факторы: неправильное питание, низкое содержание фтора в питьевой воде, наследственность, соматические заболевания, стресс; местные кариесогенные факторы: неудовлетворительная гигиена полости рта, нарушение состава и свойств ротовой жидкости, нарушение биохимического состава эмали и неблагоприятный генетический код, ЗЧА.

Выделяют следующие классификации кариеса зубов: по глубине поражения, локализации процесса, течению, степени компенсированности процесса, количеству пораженных кариесом зубов, первичности кариозного процесса, Блэку.

**Лечение кариеса.** Лечение начальных форм кариеса: реминерализующая терапия, местная фторпрофилактика, профессиональная гигиена полости рта.

Лечение кариеса в стадии дефекта: щадящее препарирование, методика отсроченного пломбирования кариозных полостей. Выбор пломбировочных материалов: преимущественное использование композитов, компомеров и СИЦ.

Среди осложненных форм кариеса наиболее часто встречается хронический фиброзный пульпит. Жалоб пациент может не предъявлять. При осмотре в зубе определяется глубокая кариозная полость, заполненная размягченным дентином. Зондирование болезненное в точке сообщения либо в проекции рогов пульпы. При обострении наблюдаются самопроизвольная боль, усиливающаяся ночью, а также невозможность пользоваться больным зубом. При гангренозном пульпите зондирование безболезненное, пульпа некротизирована, серого цвета. При гипертрофическом пульпите имеется обширное сообщение с полостью зуба, заполненное гипертрофированной пульпой. При пульпитах часто бывает болезненная перкуссия, что связано с раздражением периодонта при воспалительных процессах в пульпе. Острые пульпиты всегда протекают при закрытой полости зуба и встречаются не часто.

Критерием качества лечения пульпитов является динамическое наблюдение и рентгенконтроль за состоянием периапикальных тканей.

В кариесологии и эндодонтии чаще всего применяется **эрбиевый лазер**. Типичный лазерный аппарат состоит из базового блока, генерирующего свет определенной мощности и частоты, световода и лазерного наконечника, которым врач непосредственно работает в полости рта пациента. Включение и выключение аппарата осуществляются с помощью ножной педали. Для удобства работы выпускаются различные типы наконечников: прямые, угловые, для калибровки мощности и т. д. Все они оборудованы системой охлаждения «вода — воздух» для постоянного контроля температуры и удаления отпрепарированных твердых тканей.

При работе с лазерной техникой обязательно должны использоваться **средства защиты** зрения, т.к. лазерный свет вреден для глаз. Врач и пациент во время препарирования должны находиться в защитных очках. Следует отметить, что опасность потери зрения от лазерного излучения на несколько порядков меньше, чем от стандартного стоматологического фотополимеризатора. Лазерный луч не рассеивается и имеет очень небольшую площадь освещения ( $0,5 \text{ мм}^2$  против  $0,8 \text{ см}^2$  у стандартного световода).

Препарирование зуба происходит следующим образом: **лазер работает в импульсном режиме, посылая каждую секунду в среднем около 10 лучей. Каждый импульс несет в себе строго определенное количество энергии. Лазерный луч, попадая на твердые ткани, испаряет тончайший слой около 0,003 мм.** Микровзрыв, возникающий вследствие резкого нагрева молекул воды, выбрасывает частички эмали и дентина, которые немедленно удаляются из полости струей водно-воздушного спрея. Процедура почти безболезненна, поскольку не происходит сильного нагрева зуба и механических предметов (бора), раздражающих нервные окончания. Как правило, при лечении кариеса с использованием лазерного препарирования анестезии не требуется. Препарирование зуба происходит достаточно быстро. Врач способен точно контролировать этот

процесс, при необходимости немедленно прервав его одним движением. У лазера нет такого эффекта, как остаточное вращение турбины после прекращения подачи воздуха. Легкий и полный контроль при работе с лазером обеспечивает высочайшую точность и безопасность.

В результате препарирования лазером мы получаем идеальную полость, полностью подготовленную к пломбированию. *Края стенок полости закругленные*, тогда как при работе турбиной стенки перпендикулярны поверхности зуба и приходится проводить дополнительное финирирование краев полости. Но самое главное: после лазерного препарирования *отсутствует «смазанный слой»*, т.к. нет вращающихся частей, способных его создать. Поверхность абсолютно чистая, не нуждается в протравке и *полностью готова к бондингу*. После воздействия лазерного луча на эмали не остается трещин и сколов, которые обязательно образуются при работе борами.

Кроме того, полость после препарирования лазером остается *практически стерильной* и не требует длительной антисептической обработки, т.к. лазерный свет уничтожает любую патогенную флору.

При работе лазерной установки пациент не слышит неприятного шума бормашины. Звуковое давление, создаваемое при работе лазером, в 20 раз меньше, чем у высококачественной импортной высокоскоростной турбины. Этот психологический фактор порой является решающим для пациента при выборе метода лечения.

Кроме того, препарирование лазером — процедура *бесконтактная*, т.е. ни один из компонентов лазерной установки непосредственно не контактирует с биологическими тканями. *Препарирование происходит дистанционно*. После работы стерилизации подвергается только наконечник. Кроме того, отпрепарированные частицы твердых тканей вместе с инфекцией не выбрасываются с большой силой в воздух кабинета, как это происходит при использовании турбины. Частицы, образующиеся от испарения лазером, тут же осаждаются струей спрея. Это позволяет организовать беспрецедентный по своей безопасности санитарно-эпидемиологический режим работы



стоматологического кабинета, позволяющий свести до нуля всякий риск перекрестной инфекции, что сегодня особенно актуально. Подобный уровень инфекционного контроля, несомненно, оценят как санитарно-эпидемиологические службы, так и пациенты. Кроме несомненных практических преимуществ, применение лазера может существенно снизить себестоимость лечения. Работая лазером, значительно сокращаются повседневные расходы на боры, кислоту для травления, средства антисептической обработки кариозной полости. Время, затрачиваемое врачом на лечение одного пациента, сокращается более чем на 40%!

Экономия времени достигается за счет следующих причин:

- меньше времени на психологическую подготовку пациента к лечению;
- нет необходимости в премедикации и анестезии, занимающей от 10 до 30 минут;
- не нужно постоянно менять боры и наконечники — работа только одним инструментом;
- финирирования краев полости и протравливания не требуется;
- нет необходимости в травлении эмали — полость сразу готова к пломбированию.

### **Преимущества препарирования лазером:**

- отсутствие шума бормашины;
- практически безболезненная процедура, нет необходимости в анестезии;
- экономия рабочего времени до 40%;
- отсутствие трещин эмали после препарирования;
- отличная поверхность для связи с композитами;
- нет необходимости в протравке;
- стерилизация операционного поля;
- отсутствие перекрестной инфекции;
- экономия расходных материалов;
- положительная реакция пациентов, отсутствие стрессов;
- современный высокотехнологичный имидж врача-стоматолога и клиники.

Также применение лазерной техники можно охарактеризовать как более качественное, более комфортное, расширяющее спектр возможностей, позволяющее внедрять принципиально новые процедуры, экономически выгодное и, конечно же, работающее на имидж клиники.

Поверхность, обработанная при помощи лазера, характеризуется следующими качествами:

- стерильная;
- бугристая (получена по методике микровзрывов), т.е. обладающая значительно большей площадью для соприкосновения с пломбировочным материалом;
- отсутствует смазанный слой;
- все дентинные каналы открыты и лишены воды;
- температура в процессе обработки повышается не более чем на 1,3 °С, соответственно отсутствует термическое повреждение;
- ткани обработаны только в инфицированной области, т.е. поверхность более физиологична.

*Результат* — большая площадь соприкосновения, улучшенное краевое прилегание и значительно возросшая адгезия пломбировочного материала, т.е. более качественная пломбировка. Помимо этого, происходят стимуляция местного иммунитета, развитие третичного дентина и фотомодификация (значительно возрастает способность к фторированию) эмали. Таковы отличия «лазерной пломбы».

**Комфорт лечения.** В механизме действия лазера отсутствуют механический, физический и химический факторы, способные вызвать болевые ощущения. Таким образом, если преодолеть психологический настрой пациента («посещение стоматолога обязательно сопровождается болевыми ощущениями»), то есть убедить его не ждать боли, то возможно лечение без анестезии.

Практически всегда удается подобрать режимы работы лазера, которые дают эффективную аблацию и не вызывают болевых ощущений у пациента. Однако не все виды патологии позволяют полностью избежать анестезии. Лечение без ане-

стезии прекрасно проходит при поверхностных формах кариеса. При необходимости работать вблизи пульпарной камеры выполняется обычная анестезия.

Лечение с помощью лазера по времени не дольше, чем процедура на стоматологической установке. При этом отсутствует характерный звук работающей турбины, столь неприятный уху пациента. Звуки аблации (щелчки) ассоциативно не связываются с появлением боли. Ощущение комфорта поддерживается осознанием пациентом факта получения принципиально новой «продвинутой» процедуры. Появляется дополнительный фактор уважения к себе и докторам, проявляющим такую заботу.

**Экономическая выгода.** Рассмотрим два фактора: непосредственно экономический и имиджево-рекламный.

Наиболее часто задаваемый вопрос: «Сколько должна стоить «лазерная» пломба?» Опыт работы показывает, что, как правило, эффективным является удвоение стоимости полной услуги по постановке пломбы. Еще один вариант использования лазера: применение только на этапе финиш-обработки подготовленной бором полости. Это позволяет снизить цену на услугу и при этом получить эффект лазерной поверхности. При минимуме затрачиваемого времени такой вариант дает полный эффект, а стоит около 10–12 долларов, что вполне приемлемо для любого региона.

Тем не менее давайте рассчитаем стоимость современной лазерной установки в рублях. Для простоты расчета возьмем стоимость одной условной пломбы в 1000 руб. Стоимость лазера составляет 38 тыс. евро, по курсу 37 (на 2013–2014 гг.) получается 1,406 млн руб. Разделив эту сумму на стоимость одной пломбы и на 365 (число дней в году), получим 3,85 пломбы. Это значит, что, выполняя на лазере 3,85 пломбы в день, за год мы получим возврат инвестиций. При этом не берем в расчет применение лазера в пародонтологии, хирургии и для профилактики.

Имиджево-рекламная составляющая огромна. У клиники всегда будет рекламная «изюминка», бесспорное отличие

от конкурентов. Можно сказать, что покупка лазера позиционирует даже небольшую клинику в качестве одного из лидеров рынка.

В настоящее время препарирование корневого канала требует:

- создания воронкообразной формы канала с минимальным диаметром в области физиологического сужения и максимальным — у его входа;
- точного повторения формы отпрепарированного канала по отношению к его оригинальной форме (без деформирования канала), но с большим диаметром;
- сохранения баланса между диаметром канала и толщиной его стенок.

В целях решения проблем полимеризации был разработан **стоматологический полимеризатор** на основе твердотельного лазера, излучающего световой поток в диапазоне синего участка спектра. Предварительно проведенные лабораторные исследования по изучению интенсивности поглощения светового потока различными стоматологическими материалами экспериментально доказали возможность наиболее эффективной их полимеризации при помощи лазерного света с длиной волны 0,470–0,480 мкм.

Необходимо обработать корневой канал зуба любым стандартным эндодонтическим инструментом ( $N \sim 15-20$  ISO) для того, чтобы создать возможность проникновения адгезивной смолы по всей его длине и введения тонкого оптического волокна для ее полимеризации.

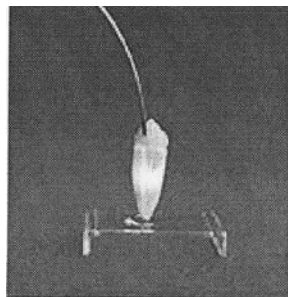
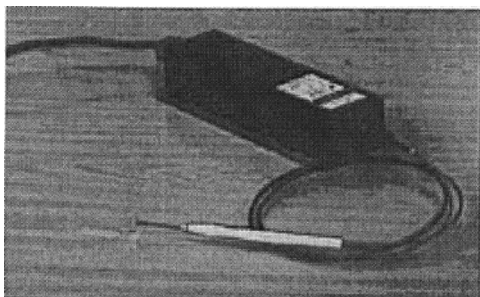
Лазерный стоматологический аппарат, излучающий свет на длине волны 0,473 мкм, работает в импульсном режиме с внутрирезонаторным удвоением частоты. Средняя выходная мощность — 20 мВт. Аппарат снабжен специальным разъемом, позволяющим подключать к нему оптическое волокно любой длины и любого размера. Средняя выходная мощность на выходе оптического волокна — 16 мВт.

Лазерный аппарат работает от блока питания, подключенного к напряжению 220 В, и потребляет мощность 50 Вт. Блок

питания может находиться вдалеке от пациента и врача, т.к. имеет возможность дистанционного управления.

Срок непрерывного действия лазерного стоматологического полимеризационного аппарата составляет 1000 часов. Аппарат может наиболее эффективно работать в диапазоне температур от 15 до 35 °С при влажности до 80%. Напряжение питания непосредственно в лазерной головке не превышает 12 В, что делает абсолютно безопасным нахождение этой части прибора в непосредственной близости от пациента. Вес излучателя лазерного аппарата составляет чуть меньше 1 кг.

Проведенные лабораторные испытания лазерного стоматологического полимеризатора продемонстрировали его высокую эффективность. Так, скорость полимеризации адгезивных систем этим лазером была сопоставима со скоростью их отверждения стандартными фотополимеризаторами. Вместе с тем глубина полноценной полимеризации этих материалов лазерным светом была заметно больше. Известно, что лазерный луч является по своей природе «холодным» светом. А учитывая еще и импульсный режим работы предлагаемого аппарата, можно с уверенностью говорить о полном отсутствии перегрева твердых и мягких тканей зуба. Гибкое, тонкое оптическое волокно аппарата способно легко проникать в искривленные и узкие корневые каналы зубов.



**Рис. 19. Лазерный стоматологический полимеризатор с подключенным оптическим волокном и процесс полимеризации адгезивной системы в корневом канале зуба лазерным светом синего спектра**

**Высокоинтенсивные диодный и неодимовый лазеры для стерилизации поверхности корневого канала перед пломбированием.** Для стерилизации поверхности корневого канала перед пломбированием используются неодимовый (1064 нм) и диодный (810 и 980 нм) лазеры.

Показания:

- лечение инфицированных корневых каналов;
- лечение деструктивных форм периодонтитов.

Требования:

- стенки КК должны быть идеально гладкими, чтобы оптоволокну беспрепятственно проходило до верхушечного отверстия;
- корневой канал разработан до № 30 по ISO;
- мастер-штифт подбирается заранее;
- после медикаментозной обработки и высушивания корневого канала проводится лазерное освечивание;
- трехкратное освечивание корневого канала, световод выводится по спирали;
- постоянное пломбирование сразу же после лазерной обработки;
- рентген-контроль пломбирования.

**Фотодинамическая терапия для лечения сильно инфицированных корневых каналов и деструктивных форм периодонтита.** Фотодинамическая терапия (ФДТ) (синонимы сокращения: ФДТ = АФТ = ФАД = БТС-терапия = PAD (в иностранной литературе)) — сравнительно новый, но уже отлично зарекомендовавший себя способ лечения воспалительных заболеваний. Клиническое применение этого метода в мире началось более тридцати лет назад. В основе метода ФДТ лежит фотосенсибилизация живых систем фотосенсибилизатором, предварительно введенным в организм пациента, с последующей активацией лазерным излучением со специально подобранной длиной волны, соответствующей пику поглощения фотосенсибилизатора. В результате такого взаимодействия образуется синглетный кислород, который, являясь реакционно-способной молекулой, уничтожает патогенные клетки

и их органеллы. Несмотря на то, что исследования в области применения фотодинамической терапии ведутся уже много лет, применение этого метода в лечебной практике сдерживалось отсутствием достаточно эффективных нетоксичных фотосенсибилизаторов, а также медицинской технологии их применения в стоматологической практике.

Хорошо известны методики применения противовоспалительной терапии с использованием в качестве фотосенсибилизаторов красителей типа метиленового синего и его аналогов в эндодонтии и пародонтологии. Однако с появлением фотосенсибилизаторов последнего поколения на основе хлорофилла (хлориновый ряд), получаемых из водоросли спирулины, стало очевидным, что дальнейшие разработка и совершенствование технологии фотодинамической терапии при лечении стоматологических заболеваний неразрывно связано с данным направлением.

На сегодняшний день на российском рынке из имеющихся фотосенсибилизаторов хлоринового ряда, разрешенных для применения в стоматологии, является Фотодитазин, активным веществом которого является хлорин Е6 в виде комплекса с N-метил-D-глюкамином. Однако хлорин Е6 является мало-перспективным фотосенсибилизатором для стоматологии вследствие повышенного сродства к нормальному сосудистому эндотелию. Способ получения субстанции этого фотосенсибилизатора сложен, следствием этого является дороговизна препарата.

ЗАО «Исследовательские лаборатории «РАДА-ФАРМА» (Россия) под руководством профессора И. Д. Залевского разработало и приступило к промышленному производству нового отечественного фотосенсибилизатора, предназначенного для стоматологии, — «РадаДент плюс» (рег. удостоверение № ФСР 2010/08621, ФСР 2010/08622). Этому важному событию предшествовали многолетние исследования и клинические испытания с участием ведущих научных, учебных и лечебных стоматологических учреждений России под руководством профессоров В. Н. Олесовой, И. А. Шугайлова и О. Н. Рисовой. В результате создано и внедрено в клиническую стоматологию

ческую практику более эффективное, безопасное и доступное новое средство «РадаДент плюс» непосредственно для профилактики и лечения воспалительных заболеваний полости рта методом фотодинамической терапии.

Активным веществом нового средства является субстанция «Радахлорин», которая представляет собой смесь трех хлоринов, а именно хлорина еб, хлорина рб и пурпурина 5, каждый из которых имеет свое назначение: хлорин Еб накапливается в воспаленной ткани, хлорин рб имеет средство к бактериальной стенке, пурпурин 5 — к митохондриям бактериальной клетки. В литературе имеется достаточно много данных в пользу того, что микрофлора является доминирующим местным фактором в этиологии воспалительных заболеваний полости рта. Поэтому новое средство «РадаДент плюс» действует на два звена воспалительного процесса: бактериальный и сосудистый компоненты, обеспечивая эффективное и быстрое купирование воспаления при лечении кариеса и его осложнений, гингивита, пародонтита, периимплантита, послеоперационных осложнений. Это достигается без применения антибиотиков и антисептиков, крайне негативно воздействующих не только на иммунные системы пациентов, но и вызывающих дисбактериоз, что, в частности, ухудшает регенерацию тканей в послеоперационном периоде.

РадаДент плюс выпускается в виде геля, который наносится на слизистую оболочку полости, а также в виде раствора, который предназначен для введения в полости, например, для профилактики и лечения кариеса, в эндодонтии. Причем раствор обладает способностью глубокого проникновения в инфицированные твердые ткани зуба и дентинные каналы. Дополнительным преимуществом РадаДент плюс является более доступная стоимость. Фотодинамическое воздействие осуществляется любым диодным лазером с длиной волны генерации 662 нм, мощностью 0,5–1,5 Вт. В настоящее время особенно популярен диодный двухволновой лазер «Лахта-Милон», имеющий два излучателя: с длиной волны 662 нм для фотодинамической терапии и 810 нм для хирургии и эндодонтии. Это удобно и выгодно как с эргономической,



так и экономической сторон. Причем прибор по желанию заказчика может содержать излучатель, работающий в диапазоне от 810 до 1900 нм, а конструкция лазера предусматривает возможность исполнения в виде моноблока, два или три излучателя в одном корпусе. Для доставки к объекту применяются гибкие световоды и специальные наконечники, которые, как и лазеры, разработаны и серийно выпускаются отечественными производителями, высококачественны, удобны в работе. Данное оборудование зарегистрировано, сертифицировано, имеет медицинскую технологию применения в стоматологии на территории Российской Федерации, доступно по цене, а высокое качество подтверждается пятилетними гарантийными обязательствами производителя.

## **IV. ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРА В ПАРОДОНТОЛОГИИ.**

### **Фотодинамическая терапия**

Заболевания пародонта на сегодняшний день являются одними из самых распространенных в стоматологической практике и поражают пациентов всех возрастных групп. По данным ВОЗ, в возрасте 35–44 лет уровень заболеваемости достигает 65–98%, 15–19 лет — 55–89%. В последние годы прослеживается тенденция к увеличению распространенности заболеваний пародонта. В связи с развитием и внедрением новейших технологий удается увеличить сроки ремиссии, сократить количество посещений, но распространенность заболеваний пародонта и хронизация процесса остаются на сегодняшний день нерешенной проблемой, и поиск новых методов диагностики лечения — актуальная задача стоматологии.

Среди множества лечебно-профилактических мероприятий, используемых при заболеваниях пародонта, большое значение имеют физиотерапевтические процедуры. Они широко применяются на этапах диагностики, комплексной терапии, профилактики и реабилитации с целью воздействия на отдельные патогенетические звенья процесса, а также для симптоматического лечения. Физические факторы позволяют стимулировать иммунобиологические реакции организма, снизить явления общей и местной сенсibilизации, изменить нервно-гуморальные процессы в организме и патологическом очаге, усилить локальное избирательное действие лекарственного вещества, восстановить микроциркуляцию. Своевременное и правильное назначение физических факторов комплексной терапии позволяет либо купировать начальные проявления патологического процесса, снизить степень его выраженности, тяжесть клинических симптомов и вероятность возникновения осложнений, либо ускорить смену фаз патологического процесса, что позволяет провести другие методы лечения в наиболее благоприятных условиях.

## **Диагностика заболеваний пародонта. Лазерная доплеровская флоуметрия и тканевая оксиметрия.**

Микроциркуляторное русло находится под многоуровневым контролем, который организован через систему с обратной связью. В процессе самоорганизации кровотока эндотелиальная активность, нейрогенный и миогенный механизмы контроля, пульсовые и дыхательные ритмы образуют положительные и отрицательные обратные связи. Очевидно, что работа активных механизмов контроля обуславливается локальными физиологическими потребностями тканей. Возрастание или снижение амплитуд пассивных ритмов может являться следствием проявления функционирования активных механизмов контроля и наоборот. Так, например, снижение сосудистого тонуса артериол (снятие спазма) вследствие уменьшения нейрогенной активности (симпатической составляющей) может приводить к возрастанию сердечного ритма в микроциркуляторном русле в результате увеличения притока артериальной крови, привносящей пульсовую волну.

Механизмы контроля при остром повышении перфузионного давления приводят к следующей цепочке физиологических ответов:

- повышение миогенного тонуса прекапилляров, что приводит к уменьшению диаметра сосуда;
- при уменьшении диаметра сосуда возрастают сдвиговые напряжения на сосудистую стенку, что вызывает высвобождение оксида азота эндотелием, который препятствует вазоконстрикторному эффекту и снижает (Meuer M. F. et. al. 2003) гипоксию ткани.

Оценка соотношения активных и пассивных механизмов регуляции кровотока в микрососудах позволяет оценить степень микроциркуляторных расстройств. При отсутствии воспаления десны в поверхностных слоях слизистой оболочки по данным биомикроскопии регистрируется равномерное распределение капиллярных петель.

Состояние микроциркуляции в тканях пародонта при ремиссии и обострении хронического гингивита и пародонтита имеет различные характеристики. Основные исследования по изучению

микроциркуляции проводились в период обострения. Наши исследования выявили различия в состоянии микроциркуляторного русла при заболеваниях пародонта в стадии ремиссии, что свидетельствует о высокой чувствительности ЛДФ.

Условия регистрации ЛДФ-грамм.

1. Исследования проводятся в первой половине дня у пациентов, находящихся в положении лежа с приподнятым вверх головой.

2. Отсутствие какого-либо давления на слизистую десны и пародонт (чистка зубов с повышенным механическим воздействием на слизистую оболочку полости рта, прием жесткой пищи, использование жевательной резинки и т. д.).

3. Отсутствие психоэмоциональной нагрузки не менее чем за 3 часа до обследования.

4. Перед ЛДФ-мониторированием измеряют артериальное давление для исключения искажения получаемых результатов за счет наличия гипер- и гипотонии.

5. Зонд устанавливается перпендикулярно поверхности слизистой оболочки в контакте, но без выраженного давления для устранения воздействия на сосуд. Точки измерения — маргинальная и альвеолярная десна (АД) на уровне середины коронки левого центрального резца нижней челюсти. Измерение производится не менее 4 минут.

Ограничение точек регистрации перфузии несколько упрощает саму методику обследования и выбрано нами по ряду соображений:

- доступность точки измерения и простота фиксации зонда;
- по выраженности изменений при генерализованном пародонтите фронтальные резцы нижней челюсти стоят на 1 месте (большой объем зубных отложений, особенности восходящего кровоснабжения при ортостатическом положении больного);
- комфортность при фиксации и контроль ее качества при использовании контейнера со льдом при локальной холодовой пробе;
- сокращение времени обследования.

В соединительной ткани десны располагаются инкапсулированные нервные окончания, имеющие вид клубочков. Они относятся к чувствительным болевым и температурным нервным окончаниям. Чувствительные рецепторы, реагирующие на доболевые (субноцигенные) раздражения, имеющие максимальную чувствительность к температуре, считаются терморепцепторами. Наибольшее количество терморепцепторов расположено в маргинальной десне, что свидетельствует о большей чувствительности ее к различным раздражителям. Сосуды нижней челюсти находятся под мощным контролем симпатических вазоконстрикторных волокон, идущих от верхнего шейного симпатического узла, в то время как сосуды десны верхней челюсти находятся под определенным влиянием парасимпатической системы, т.к. ветви тройничного нерва имеют представительство в гассеровом узле (Логинава Н. К. и др., 1995).

Нарушения модуляции кровотока выявляются при анализе различных ритмических составляющих колебаний кровотока при спектральном разложении ЛДФ-граммы. При анализе полученных результатов наиболее низкие значения показателей амплитудно-частотного спектра выявлены у лиц с пародонтизом, наиболее высокие — у представителей группы контроля,  $p < 0,01$ . У лиц с гингивитом в МД при нагрузочных тестах активность вазомоторов (фоновый показатель  $0,18 \pm 0,01$ ) повышается при ДП ( $0,23 \pm 0,02$ ), снижается при ХП ( $0,16 \pm 0,01$ ),  $p < 0,01$ . Пульсовые колебания кровотока (пассивный механизм микроциркуляции) наиболее низки у лиц с хроническим пародонтизом в МД (фоновый показатель  $0,17 \pm 0,008$ ) при ХП ( $0,13 \pm 0,006$ ),  $p < 0,005$ , в сравнении с контролем (фоновый показатель  $0,2 \pm 0,01$ , ХП  $0,21 \pm 0,01$ ) при  $p < 0,01$ .

Респираторные флуктуации увеличиваются при возрастании количества эритроцитов в венозном русле, в том числе на фоне венозного застоя, что фиксируется в МД при ДП ( $74,82 \pm 16,02\%$ ) у пациентов с пародонтизом в сравнении с показателями фоновой записи ( $63,66 \pm 4,09\%$ ),  $p < 0,005$ . Снижение респираторных флуктуаций отмечено также при пародонте, но при ХП ( $42,6 \pm 1,6\%$ ).

При гингивите возрастает роль пассивной модуляции микроциркуляции со стороны веноулярного звена. При пародонтите идет ослабление активной и пассивной модуляции кровотока.

Спазм артериол, прекапиллярных сфинктеров, сброс крови через артериоло-венозные шунты препятствуют стазу, ликвидируя последствия функциональной нагрузки. Этот механизм срабатывает при воздействии на слизистую оболочку полости рта низких или высоких температур при приеме пищи и вдыхании воздуха.

Низкая реакция кровотока на задержку дыхания отмечена у пациентов с пародонтитом. Причина данного явления кроется в исходном уменьшении просвета приносящих сосудов за счет их облитерации и сужения, сопровождающихся явлениями стаза и венозного застоя в системе микроциркуляции. Схожие изменения, но с меньшей степенью выраженности выявлены у пациента с хроническим генерализованным гингивитом.

Изменения ритмической структуры флуктуации тканевого кровотока в амплитудно-частотном спектре ЛДФ-граммы при использовании метода вейвлет-преобразования дают возможность провести расчеты на небольшом участке ЛДФ-граммы. Значительно сокращается процедура оценки результатов функциональных проб.

Использование ЛДФ-мониторинга с применением отечественного аппарата ЛАКК в стоматологии раскрывает большие перспективы в диагностике, выборе метода коррекции, оценке эффективности терапии.

**НИЛИ для лечения заболеваний пародонта.** НИЛИ — это воздействие на биологический объект с лечебной целью низкоэнергетическим лазерным излучением, которое является электромагнитным излучением оптического диапазона (свет), обладающим такими свойствами, как когерентность, монохроматичность, поляризованность и направленность потока излучения, что позволяет создавать строго определенную мощность воздействия на поверхности облучаемого объекта.

### *Преимущества:*

- по энергетическим параметрам она оказывает действие не повреждающего и даже не возмущающего биосистему характера, но в то же время этой энергии достаточно для активизации процессов жизнедеятельности организма;
- в отличие от многих других лечебных физических факторов лазерная терапия позволяет четко регулировать параметры воздействия и обеспечивает точную дозировку при проведении процедур;
- лазерная терапия показана и высокоэффективна при довольно широком перечне заболеваний;
- лазерная терапия хорошо сочетается с другими известными методами лечения и повышает их эффективность;
- простота и безопасность процедур, компактность используемой аппаратуры и специальные световодные инструменты позволяют применять лазерную терапию в обычном стоматологическом кабинете, органично включая новый метод в арсенал традиционно используемых средств лечения.

**Механизм биологического и лечебно-стимулирующего действия низкоэнергетического лазерного излучения (НИЛИ).** По своей природе лазерное излучение, как и свет, относится к электромагнитным колебаниям оптического диапазона — от ультрафиолетового до инфракрасного.

*Лазер* — это техническое устройство, испускающее в виде направленного пучка когерентное поляризованное монохроматическое электромагнитное излучение, т.е. свет, в очень узком спектральном диапазоне.

Одной из важнейших характеристик лазерного излучения является его спектральная характеристика, или длина волны, измеряемая в нанометрах либо микрометрах ( $1 \text{ мкм} = 1000 \text{ нм}$ ). По своей природе фотобиологические процессы достаточно разнообразны и специфичны. В основе их лежат фотофизические и фотохимические реакции, возникающие в организме при взаимодействии с лазерным излучением. Фотофизические реакции

преимущественно обусловлены нагреванием объекта облучения и распространением тепла в биотканях. Фотохимические реакции, обусловленные перемещением электронов на различных орбитах в атомах поглощающего свет вещества, могут выражаться в виде фотоионизации вещества, его фотоокисления или фотовосстановления, фотодиссоциации молекул, их перестройке (фотоизомеризации) либо в непосредственном разрушении вещества — фотолизе.

В различных спектральных диапазонах свет обладает специфическим действием на биологический объект. Свет в видимой области спектра преимущественно поглощается хромофорными группами белковых молекул и отчасти кислородом. Наиболее важная роль здесь принадлежит гемоглобину, меланину и ряду ферментов. В ближней инфракрасной области свет преимущественно поглощается молекулами белка и кислородом. Наиболее широкое применение в лазерной терапии получили лазеры красного (длина волны излучения 632 нм) и ближнего инфракрасного (длина волны излучения 760–1200 нм) спектральных диапазонов.

Отмечен универсальный характер резонансного взаимодействия слабых раздражителей НИЛИ с участками кожи, на которые проецируются симпатические нервные окончания. НИЛИ, воздействуя на ткани, приводит к распаду соединительнотканых структур с выделением свободной энергии, а в мышечной и нервной тканях, напротив, — с ее поглощением. Насыщенные энергией клетки в поле действия НИЛИ приобретают свойства полупроводников. Поглощение клетками красного света лазера обусловлено его резонансным соответствием мембранам клеток и прежде всего мембранам митохондрий нервных клеток, так как порог их активации лежит в красной части светового спектра. Итогом воздействия НИЛИ становятся стимуляция процессов окислительного фосфорилирования глюкозы и увеличение выработки АТФ. Это связано с активацией митохондриальных ферментов — цитохромов — и ускорением миграции по этой цепи электронов, что повышает энергетический потенциал клетки. Наиболее интенсивно способность поглощать энергию НИЛИ выражена в крови.



Существует мнение, что кровь является жидкостно-кристаллической средой, в которой свет индуцирует многообразные энергетические процессы.

Монохроматический красный свет действует на кровь и органы кроветворения как прямым, так и косвенным путем. В первом случае красный свет, поглощаясь порфиринами, может вызвать распад старых эритроцитов. Косвенное действие на кроветворение происходит за счет активации деятельности эндокринных желез, прежде всего гипофиза и щитовидной железы, которые имеют непосредственное отношение к регуляции функции кроветворения. Установлено влияние НИЛИ на периферическое кровообращение. В частности, доказано действие его на развитие коллатерального кровообращения. В результате повышается до необходимого уровня кислородное снабжение тканей. Рост активности кислородного метаболизма способствует усилению энергетических и пластических процессов в клетке.

Поскольку важным патогенетическим фактором воспаления является микротромбоз, следует отметить и тромболитическое действие лазера малой мощности. Оно связано как с усилением кровотока и смыванием тромботических масс, так и с активизацией противосвертывающей системы.

Рассмотренный выше биологический механизм воздействия НИЛИ на клетки и ткани организма определяет лечебно-стимулирующий эффект лазеротерапии, который выражается в следующем:

- противовоспалительное действие, обусловленное активизацией эндокринной системы, модулирующей воспалительные реакции, а также улучшением местного кровообращения, усилением фибринолиза, микроциркуляции и перфузии тканей;
- трофическостимулирующее и дедистрофическое влияние, связанное с усилением кислородного метаболизма, ростом уровня АТФ в клетке и повышением активности всех окислительно-восстановительных ферментов;
- бактерицидное и бактериостатическое действие;
- противоотечное действие (в начале облучения наблюдаем увеличение просвета сосудов, в конце — сужение сосудов);

- стимуляция митоза клеток, т.е. скорости заживления ран; при плотности мощности 400–800 мВт/см<sup>2</sup> через 20 с наблюдаем ингибирующее действие на пролиферацию клеток, а через 15 мин наступает эффект разрушения и дегенерации тканей;
- влияние на гемопоэз (увеличивается количество эритроцитов, гемоглобина, уменьшается СОЭ);
- тромболитическое действие за счет ускорения кровотока, смывания тромботических масс и активации противосвертывающей системы; активизация функций нейроэндокринной системы, стимуляция гипоталамо-гипофизарно-надпочечниковой системы;
- активация функции Т- и В-лимфоцитов;
- обезболивающее действие, хотя и не столь яркое, как у многих других физических факторов, связанное со снижением чувствительности нервных окончаний (рецепторов боли) в результате ликвидации тканевого отека и за счет усиления продукции эндорфинов и энкефалинов в структурах периферической нервной системы;
- снижение микробной обсемененности ран под воздействием НИЛИ, объясняемое рядом факторов: улучшением регионального кровотока в области патологического очага, усилением хемотаксиса лейкоцитов в зону воспаления и активизацией протеолитических ферментов, которые губительно действуют на микробы.

Помимо данных эффектов применения НИЛИ, при многих заболеваниях наблюдаются стимуляция естественной резистентности организма (фагоцитоз, лизоцимная активность и др.), а также десенсибилизирующее действие. Эффект проявляется на всех уровнях организации живой материи: на субклеточном, клеточном, тканевом, органном и системном.

Все лечебно-стимулирующие эффекты развиваются постепенно и требуют для своего накопления дозы в течение 5–15 процедур.

**Лазерная аппаратура.** В терапевтических аппаратах, применяемых для лазерной физио- и рефлексотерапии, наи-

более широко используются газовые гелий-неоновые и полупроводниковые лазеры на арсениде галлия. Гелий-неоновые лазеры излучают красный свет (длина волны 632 нм), наиболее эффективно поглощаемый клетками крови и слизистых оболочек. Полупроводниковые лазеры генерируют инфракрасное излучение (длина волны 760–1200 нм), имеют меньший по сравнению с красным светом коэффициент поглощения, но зато большую глубину проникновения в биоткани — до 7 см.

**Выбор оптимальных доз лазерного излучения.** Биостимулирующие уровни излучения лежат в пределах 10–100 мВт/см<sup>2</sup>, а улучшающие микроциркуляцию, противовоспалительные и анальгезирующие — 100–200 мВт/см<sup>2</sup>.

**Показания.** Низкоинтенсивная лазерная терапия показана для лечения разнообразных заболеваний, сопровождаемых воспалительными и дегенеративно-дистрофическими процессами в различных тканях, болевым синдромом, нарушением местных циркулярно-метаболических и иммунорезистентных функций организма, а также для стимуляции регенерации и репарации поврежденных тканей.

#### **Противопоказания:**

- злокачественные новообразования;
- доброкачественные новообразования со склонностью к прогрессированию;
- легочно-сердечная и сердечно-сосудистая патологии в стадии декомпенсации;
- сахарный диабет в стадии декомпенсации;
- тиреотоксикоз;
- активный туберкулез;
- лихорадочное состояние;
- заболевания нервной системы с резко повышенной возбудимостью;
- индивидуальная непереносимость фактора.

В комплексной терапии необходимо назначение антиоксидантов (Аевит и др.).

**Общие методики лазерной терапии.** Лазерное излучение может быть передано на объект как дистантно, когда луч проходит в открытом пространстве между излучателем и объектом, так и контактно — при плотном прилегании излучателя или световода к облучаемой поверхности.

*Дистантную (бесконтактную) методику* в стоматологии используют преимущественно при внешнем облучении проекций патологических очагов и тканей с целью аналгезирующего и противоотечного действия, а также в челюстно-лицевой хирургии при интраоперационном облучении ушиваемых тканей.

*Контактную методику* используют при трансоральном облучении патологических очагов, процедурах лазерного фотофореза, облучении альвеолярных лунок после резекции зубов или их корней, так как при плотном контакте лазерное излучение проникает в 3–5 раз глубже и достигает всех нервных и сосудистых сплетений, а также мышечных и костных тканей.

Также различают ***стабильную и лабильную методики облучения.***

При стабильной методике в процессе облучения поле воздействия не меняется.

Лабильная (сканирующая) методика используется в тех случаях, когда размер патологического очага значительно превышает размер поля облучения. Поэтому в процессе процедуры поле облучения перемещают по поверхности патологического очага, охватывая всю его площадь и прилегающие ткани в пределах 1 см. Скорость сканирующих движений 1 см/с.

Как стабильная, так и лабильная методика может быть контактной либо дистантной. Таким образом, сочетание методик позволяет расширить технику воздействия на ткани:

- лазерная аппликация (контактно или с зазором 1–8 см, но не более во избежание рассеивания и отражения);
- воздействие на биологически активные точки (до 30 БАТ за 1 сеанс);
- воздействие на поле (от 2 до 25 полей за 1 сеанс, общая продолжительность процедуры 25–30 мин);
- сканирующая методика.

**Фотодинамическая терапия после профессиональной гигиены полости рта при лечении начальных форм воспалительных заболеваний пародонта.** Фотодинамическая терапия (синонимы сокращения: ФДТ = АФТ = ФАД = БТС-терапия = РАД (в иностранной литературе)) (ФДТ) — сравнительно новый, но уже отлично зарекомендовавший себя способ лечения воспалительных заболеваний. Клиническое применение этого метода в мире началось более тридцати лет назад. В основе метода ФДТ лежит фотосенсибилизация живых систем фотосенсибилизатором, предварительно введенным в организм пациента, с последующей активацией лазерным излучением со специально подобранной длиной волны, соответствующей пику поглощения фотосенсибилизатора. В результате такого взаимодействия образуется синглетный кислород, который, являясь реакционно-способной молекулой, уничтожает патогенные клетки и их органеллы. Несмотря на то, что исследования в области применения фотодинамической терапии ведутся уже много лет, применение этого метода в лечебной практике сдерживалось отсутствием достаточно эффективных нетоксичных фотосенсибилизаторов, а также медицинской технологии их применения в стоматологической практике.

Хорошо известны методики применения противовоспалительной терапии с использованием в качестве фотосенсибилизаторов красителей типа метиленового синего и его аналогов в эндодонтии и пародонтологии. Однако с появлением фотосенсибилизаторов последнего поколения на основе хлорофилла (хлориновый ряд), получаемых из водоросли спирулины, стало очевидным, что дальнейшие разработка и совершенствование технологии фотодинамической терапии при лечении стоматологических заболеваний неразрывно связаны с данным направлением.

На сегодняшний день на российском рынке из имеющихся фотосенсибилизаторов хлоринового ряда, разрешенных для применения в стоматологии, является Фотодитазин, активным веществом которого является хлорин Е6 в виде комплекса с N-метил-D-глюкаминном. Однако хлорин Е6 является малоперспективными фотосенсибилизатором для стоматологии вследствие повышенного

средства к нормальному сосудистому эндотелию. Способ получения субстанции этого фотосенсибилизатора сложен, следствием этого является дороговизна препарата.

ЗАО «Исследовательские лаборатории «РАДА-ФАРМА» (Россия) под руководством профессора И. Д. Залевского разработало и приступило к промышленному производству нового отечественного фотосенсибилизатора, предназначенного для стоматологии, — «РадаДент плюс» (рег. удостоверение № ФСР 2010/08621, ФСР 2010/08622). Этому важному событию предшествовали многолетние исследования и клинические испытания с участием ведущих научных, учебных и лечебных стоматологических учреждений России под руководством профессоров В. Н. Олесовой, И. А. Шугайлова и О. Н. Рисованой. В результате создано и внедрено в клиническую стоматологическую практику более эффективное, безопасное и доступное новое средство «РадаДент плюс» непосредственно для профилактики и лечения воспалительных заболеваний полости рта методом фотодинамической терапии.

Активным веществом нового средства является субстанция «Радахлорин», которая представляет собой смесь трех хлоринов, а именно хлорина Еб, хлорина рб и пурпурина 5, каждый из которых имеет свое назначение: хлорин Еб накапливается в воспаленной ткани, хлорин рб имеет средство к бактериальной стенке, пурпурин 5 — к митохондриям бактериальной клетки. В литературе имеется достаточно много данных в пользу того, что микрофлора является доминирующим местным фактором в этиологии воспалительных заболеваний полости рта. Поэтому новое средство «РадаДент плюс» действует на два звена воспалительного процесса: бактериальный и сосудистый компоненты, обеспечивая эффективное и быстрое купирование воспаления при лечении кариеса и его осложнений, гингивита, пародонтита, перимплантита, послеоперационных осложнений. Это достигается без применения антибиотиков и антисептиков, крайне негативно воздействующих не только на иммунные системы пациентов, но и вызывающих дисбактериоз, что, в частности, ухудшает регенерацию тканей в послеоперационном периоде.

РадаДент плюс выпускается в виде геля, который наносится на слизистую оболочку полости, а также в виде раствора, который предназначен для введения в полости, например, для профилактики и лечения кариеса, в эндодонтии. Причем раствор обладает способностью глубокого проникновения в инфицированные твердые ткани зуба и дентинные каналы. Дополнительным преимуществом РадаДент плюс является более доступная стоимость. Фотодинамическое воздействие осуществляется любым диодным лазером с длиной волны генерации 662 нм, мощностью 0,5–1,5 Вт. В настоящее время особенно популярен диодный двухволновой лазер Лахта-Милон, имеющий два излучателя: с длиной волны 662 нм для фотодинамической терапии и 810 нм для хирургии и эндодонтии. Это удобно и выгодно как с эргономической, так и экономической сторон. Причем прибор по желанию заказчика может содержать излучатель, работающий в диапазоне от 810 до 1900 нм, а конструкция лазера предусматривает возможность исполнения в виде моноблока либо два или три излучателя в одном корпусе. Для доставки к объекту применяются гибкие световоды и специальные наконечники, которые, как и лазеры, разработаны и серийно выпускаются отечественными производителями, высококачественны, удобны в работе. Данное оборудование зарегистрировано, сертифицировано, имеет медицинскую технологию применения в стоматологии на территории Российской Федерации, доступно по цене, а высокое качество подтверждается пятилетними гарантийными обязательствами производителя.

**Особенности применения высокоинтенсивных эрбиевых лазеров на этапе отслаивания слизистого лоскута, пластики преддверия, пластики уздечек.** На этапе отслаивания лоскута проводят разрезы лазером, затем лоскуты отслаивают и откидывают. Отслоение лоскута проводят серповидной гладилкой и костным raspатором, стараясь не нарушить его целостность.

Лазерная френулопластика проводится при укороченной уздечке языка, верхней губы. Под инфильтрационной анестезией препаратами артикаинового ряда уздечка верхней губы отсекается световодом снизу от альвеолярного отростка

до переходной складки в режиме абляции. На образовавшейся раневой поверхности ромбовидной формы проводят облучение расфокусированным лучом на расстоянии 1–1,5 см в режиме коагуляции 1,5 Вт. Рана заживает в течение недели.

**Высокоинтенсивные диодный и неодимовый лазеры для удаления грануляционной воспалительной ткани и стерилизации поверхности корня, одномоментный закрытый лазерный кюретаж. Особенности подготовки пациента и проведения операции.** Проводится после профессиональной гигиены полости рта или после проведения вектор-терапии через 1 месяц. Процедура проводится под местным инфильтрационным обезболиванием. С помощью гибкого световода проводится обработка пародонтальных карманов на мощности 2,5 Вт. Световод вводят поочередно с вестибулярной и оральной поверхностей и выводят зигзагообразным движением. Аналогичному воздействию подвергаются все пародонтальные карманы. При этом происходит бактерицидная обработка поверхности цемента, дезэпителизация внутренней выстилки пародонтального кармана, бактерицидное воздействие на патогенную микрофлору, в небольшом количестве рассеянный лазерный свет улавливается окружающими тканями и они получают позитивный спектр действия физиотерапевтического лазера.

**Принципы применения и реабилитационных мероприятий при лечении заболеваний пародонта (гингивит, пародонтит, пародонтоз).** МАТРИКС — аппарат низкоинтенсивного лазерного излучения. Под действием НИЛИ происходит фотоиндукция макромолекул, изменение структуры воды и высвобождение ионов кальция из кальциевого депо. При этом увеличивается концентрация ионов кальция в цитозоле. Лазерная терапия — высокоэффективный метод лечения многих заболеваний, получила широкое распространение в различных областях медицины потому, что НИЛИ инициирует самые разнообразные биохимические и физиологические, адаптационные и компенсационные реакции:



- активизация метаболизма клеток и повышение их функциональной активности;
- стимуляция репаративных процессов;
- противовоспалительное действие;
- активизация микроциркуляции крови и повышение уровня трофического обеспечения тканей;
- анальгезирующее действие;
- иммуностимулирующее действие;
- рефлексогенное действие на функциональную активность различных органов и систем.

Местные эффекты определяются основными элементами воспалительной реакции: экссудацией, альтерацией, пролиферацией. Экссудация: дилатация сосудов, активация микроциркуляции с последующей вазоконстрикцией — предотвращением развития фазовых нарушений микроциркуляции и нормализацией кровообращения в сочетании с нормализацией проницаемости сосудистой стенки (сосудисто-тканевого барьера), уменьшением отека ткани. Под влиянием излучения НИЛИ происходят оптимальное формирование нейтрофильного и моноцитарного барьеров, повышение фагоцитарной активности микро- и макрофагов, продукции бактерицидных субстанций и стимуляторов роста, стимуляция пролиферации, активация барьерных свойств слизистой оболочки рта.

*Альтерация:* активация функций митохондрий и других органелл клеток, метаболизма с увеличением потребления кислорода и активацией тканевого дыхания. Одновременно подавляются анаэробные процессы, предотвращается развитие ацидоза и вторичных дистрофических изменений, в итоге облегчается регенерация поврежденных тканей. Проллиферация: стимуляция системы «ДНК — РНК — белок», увеличение митотической (пролиферативной) активности клеток, активация реакции соединительной ткани. Морфологически клеточная реакция проявляется в ускорении и усилении образования фибробластического барьера (на фоне выделения стимуляторов роста), стимуляции образования грануляционной ткани, ускорении созревания фибробластов, активации образования коллагеновых волокон и созревания грануляционной ткани.

В результате происходят быстрая и более физиологичная эпителизация, ускоренная и полноценная регенерация слизистой оболочки в области поражения.

Терапевтическое действие (стимуляция) процессов регенерации ткани выражается в активации системы «ДНК — РНК — белок», усилении синтеза нуклеиновых кислот и ядерных белков, возрастании массы ядра, увеличении синтеза цитоплазматических белков и накоплении их в период интерфазы до критического уровня. Происходят стимуляция митозов, ускоренное и увеличенное размножение клеток соединительной ткани, эпителия.

Воздействие осуществляется следующими основными методиками: контактной, контактно-зеркальной и дистантной:

- местное воздействие на раны, травмы, ожоги, язвы и т. д. предполагает как местное влияние НИЛИ, так и генерализованные эффекты. Стимулируются в большей степени пролиферация и микроциркуляция, оказывается местное противовоспалительное и иммуностимулирующее действие;
- воздействие на рефлекторные зоны, а именно: на точки акупунктуры (корпоральные и аурикулярные), зоны Захарьина — Геда, паравертебрально;
- воздействие на проекции внутренних органов;
- воздействие на проекции сосудистых пучков;
- воздействие на проекции иммунокомпетентных органов.

Используются регенераторные, противовоспалительные и иммуностимулирующие свойства НИЛИ. Эффективно применение лазерного излучения как профилактического средства, значительно снижающего вероятность постоперационных осложнений. В доступной литературе мы не обнаружили данных об оценке эффективности применения данной методики у больных с заболеваниями пародонта.

Особенностью лазерной терапии в пародонтологии является активное использование оптических насадок из комплекта С-1. Эти насадки необходимы для доставки непрерывного лазерного излучения красного спектрального диапазона (0,63 мкм) к патологическому очагу с необходимой оптимальной плотно-

стью мощности (7–10 мВт), освечивание участка проводилось в течение 1,5–2 минут. Применяли частоту следования импульсов 80 Гц. Облучение (по полям) области сосочков и краевой десны с захватом 1–2 см слизистой оболочки альвеолярного отростка проводилось лазерной излучающей головкой КЛЮЗ.

Особое внимание в последние годы уделяется эстетической стоматологии, где лазерные технологии успешно применяются не только при реставрации зубочелюстной системы, хирургических вмешательствах, но и для косметологической коррекции врожденных и приобретенных нарушений в челюстно-лицевой области. В частности, метод «отбеливания» зубов, повсеместно применяющийся стоматологами во всем мире, основанный на использовании концентрированного пергидроля, который наносится на фронтальную поверхность измененных в цвете зубов. Вследствие тепловой активации пергидроля световым излучением выделяющийся из пергидроля кислород окисляет ткани зуба, удаляется пигментация, зуб отбеливается, но при этом происходят деминерализация и разрушение эмали. Вследствие этого большинство пациентов испытывают сильные боли, что подтверждает наличие нарушения целостности эмали зуба.

Появилась реальная альтернатива, основанная на фотоактивировании нетоксичных и высокоэффективных средств лечения экзогенного дисколорита с помощью фотодинамической терапии, применяя при этом прекрасно себя зарекомендовавший гель «РадаДент плюс». Кроме того, имеется новая инновационная технология отбеливания экзогенного дисколорита зубов SmartBleach. Разработка данной технологии началась с того, что в 1988 году была показана способность света с длиной волны 532 нм (такой, как имеется в SmartBleach-лазере) разрушать «запятнанные» молекулы, обнаруженные в дентине, и, что существенно, даже молекулы, сохраняющие устойчивость к перекиси водорода. Это первая часть фотодинамического процесса отбеливания. Вторая часть — это щелочной отбеливающий гель «SmartBleach», который в совершенстве сочетается с длиной волны SmartBleach-лазера. Это излучение увеличивает расщепление SmartBleach-геля, что максимально

повышает его эффективность. Когда SmartBleach-гель абсорбирует SmartBleach-свет, его pH увеличивается и гель становится все более реактивным. Щелочной гель действует без дегидратации и протравливания эмали, процедура занимает около одного часа, при этом не требуется дополнительного домашнего отбеливания.

Таким образом, это настоящий фотохимический, а не фототермический процесс. В отличие от большинства других систем, SmartBleach может отбеливать отдельные зубы и даже части зуба, давая стоматологу небывалые возможности для удаления даже таких пятен, как тетрациклиновые, которые до настоящего времени считались неизлечимыми, при этом не повреждает интактные ткани зубов.

## **V. ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ПОЛОСТИ РТА.**

### **НИЛИ для лечения заболеваний СОПР**

НИЛИ — это воздействие на биологический объект с лечебной целью низкоэнергетическим лазерным излучением, которое является электромагнитным излучением оптического диапазона (свет), обладающим такими свойствами, как когерентность, монохроматичность, поляризованность и направленность потока излучения, что позволяет создавать строго определенную мощность воздействия на поверхности облучаемого объекта.

#### *Преимущества:*

- по энергетическим параметрам она оказывает действие не повреждающего и даже не возмущающего биосистему характера, но в то же время этой энергии достаточно для активизации процессов жизнедеятельности организма;
- в отличие от многих других лечебных физических факторов лазерная терапия позволяет четко регулировать параметры воздействия и обеспечивает точную дозировку при проведении процедур;
- лазерная терапия показана и высокоэффективна при довольно широком перечне заболеваний;
- лазерная терапия хорошо сочетается с другими известными методами лечения и повышает их эффективность;
- простота и безопасность процедур, компактность используемой аппаратуры и специальные световодные инструменты позволяют применять лазерную терапию в обычном стоматологическом кабинете, органично включая новый метод в арсенал традиционно используемых средств лечения.

**Стоматиты.** Лазерное облучение применяется как самостоятельно, так и в комплексе с медикаментозной терапией. При лечении стоматитов необходимо выяснить этиологию патологического процесса и исключить онкологические заболевания. Методика облучения — контактная, стабильная. Для доставки излучения к патологическому очагу используется световодный инструмент с цилиндрической диаграммой рассеивания.

*Параметры облучения:*

- плотность мощности — 8–12 мВт/см<sup>2</sup>;
- удельная доза — 0,05 Дж/см<sup>2</sup>, что соответствует облучению лазером мощностью 30 мВт, оснащенным насадкой К1400, при экспозиции 15 с на одно поле.

*Методика контактная, стабильная*

Предварительная обработка слизистой оболочки полости рта красителями повышает эффективность лазерного облучения.

В комплексной терапии рекомендуется использовать антисептические полоскания, аппликации ферментов и кератопластических и обволакивающих средств. Следует назначать поливитамины А, В, С, Е в соответствующих возрастных дозировках, десенсибилизирующие, общеукрепляющие и иммунокорректирующие средства, потенцирующие и оптимизирующие лечение стоматитов.

*Параметры облучения:*

- плотность мощности — 10–15 мВт/см<sup>2</sup>;
- удельная доза — 0,03 Дж/см<sup>2</sup>, что соответствует облучению лазером мощностью 5 мВт, оснащенным насадкой К140, при экспозиции 2 с на одно поле. Суммарное время облучения за сеанс — не более 2–5 мин. Курс лечения — 3–10 процедур ежедневно или через день.

При **хроническом рецидивирующем афтозном стоматите** воздействуют непосредственно на афтозные элементы.

*Параметры облучения:*

- плотность мощности — 100–200 мВт/см<sup>2</sup>;
- удельная доза — 8–10 Дж/см<sup>2</sup>, что соответствует облучению лазером мощностью 30 мВт, оснащенным насадкой

К80, при экспозиции 50 с на одно поле (коэффициент ослабления учтен).

Целесообразно использовать модуляцию излучения частотой 10 Гц. В этом случае экспозицию необходимо увеличить до 1,5–2 мин. Суммарное время облучения за сеанс — не более 15 мин. Методика контактная, стабильная. При этом облучать следует не только собственно афту (ы), но и окружающие ее (их) зоны гиперемии.

Ослабленным больным, а также больным с вялотекущими деструктивными изменениями слизистой оболочки полости рта параллельно курсу местной лазерной терапии проводят курс трансмукозного облучения крови.

***Простой герпес.*** Лазерную терапию применяют на любой стадии патологического процесса. Наибольший эффект воздействия получают на ранней стадии проявления патологического процесса, при наличии лишь зуда или жжения и отсутствии других элементов герпетического процесса (папул или везикул). Лазерная терапия на этой стадии позволяет прервать дальнейшее развитие заболевания и появление последовательных патологических кожных элементов. При этом для достижения лечебного эффекта достаточно 4–5 процедур дистантного накожного облучения, возможно их проведение два раза в день с интервалом в 6–10 ч. Даже при наличии патологических кожных элементов к началу лечения процесс их формирования и обратного развития при лазерном облучении протекает менее болезненно и значительно быстрее. В некоторых случаях удается предотвратить возникновение везикул (пузырьков с серозным содержимым). При наличии везикулярного высыпания лазерное воздействие способствует обратному их развитию, быстрой регенерации пораженных тканей.

Облучение проводят по полям, захватывая всю пораженную герпетическим процессом поверхность губ. При больших площадях поражения воздействуют последовательно полями от периферии к центру с облучением здоровых тканей в пределах 1 см, возможно применение лабильной методики.

*Параметры облучения:*

- плотность мощности — 100–200 мВт/см<sup>2</sup>;
- удельная доза — 10–18 Дж/см<sup>2</sup>, что соответствует облучению лазером мощностью 30 мВт, оснащенным насадкой К30 или К1, при расстоянии от излучающего конца насадки до поверхности патологического очага 0,5 см с экспозицией 30–60 с на одно поле (диаметр пятна излучения на облучаемой поверхности — 2,5 мм).

Излучение может быть модулировано частотой 50–100 ГЦ, при этом время экспозиции на одно поле необходимо увеличить до 1–2 мин. Суммарное время облучения за сеанс — не более 10 мин. Курс лечения — до 7 процедур.

***Десквамативный глоссит.*** При лечении глоссита выбор зон облучения зависит от локализации болевых ощущений: на боковой, дорзальной поверхности языка, его кончике и т. д., как правило, используют сканирующую бесконтактную методику.

*Параметры облучения:*

- плотность мощности — 50–100 мВт/см<sup>2</sup>;
- удельная доза — 8–10 Дж/см<sup>2</sup>, что соответствует облучению лазером мощностью 30 мВт, оснащенным насадкой К30, при расстоянии от излучающего конца насадки до поверхности патологического очага 1 см с экспозицией 2 мин.

Излучение может быть модулировано частотой 50–100 ГЦ, при этом время экспозиции необходимо увеличить до 4 мин.

Появление признаков клинического улучшения (уменьшение и исчезновение жжения, болезненности) является основанием к прекращению облучения.

***Многоформная экссудативная эритема.*** Лазерную терапию применяют с целью ускорения репаративных процессов, но только после ликвидации острого периода, нормализации температуры, исчезновения признаков интоксикации, а также симптомов присоединения вторичной инфекции в полости рта. Методика контактная, стабильная.

*Параметры облучения:*

- плотность мощности — 1–100 мВт/см<sup>2</sup>;



- удельная доза — 0,1–3 Дж/см<sup>2</sup>, что соответствует облучению лазером мощностью 5 мВт, оснащенным насадками К30 или К300, при экспозиции 30–120 с на одно поле (коэффициент ослабления учтен).

Целесообразно использовать модуляцию излучения частотой 10 Гц. В этом случае экспозицию необходимо увеличить до 1–4 мин. Суммарное время облучения за сеанс — не более 25 мин. Методика контактная, стабильная. Курс лечения — до 14 процедур.

При множественных и обширных эрозиях параллельно с местной лазерной терапией проводят курс трансмукозного облучения крови.

**Травмы слизистой оболочки полости рта.** Для лечения травм, возникающих в результате воздействия на слизистую оболочку различных факторов, в том числе химических и термических ожогов, механических повреждений и т.п., используют противовоспалительное и стимулирующее регенерацию действие лазерного излучения.

После антисептической обработки раны проводят облучение очага поражения, охватывая в том числе здоровые ткани в пределах 0,5 см от края раны.

Методика облучения контактная, стабильная или лабильная в зависимости от размеров очага поражения.

Лазерную терапию целесообразно сочетать с медикаментозной терапией, используя эффект лазерного фотофореза. Для этого перед процедурой на раневую поверхность наносится лекарственное вещество.

*Параметры облучения:*

- плотность мощности — 50–100 мВт/см<sup>2</sup>;
- удельная доза — 3–6 Дж/см<sup>2</sup>, что соответствует облучению лазером мощностью 60 мВт (частота модуляции — 50–100 Гц), оснащенным насадкой К300, с экспозицией 1–2 мин на одно поле.

Суммарное время облучения за сеанс — не более 20 мин. Процедуры проводят ежедневно или через день. Курс лечения — до 14 процедур.

**Особенности применения высокоинтенсивных эрбиевых лазеров на этапе отслаивания патологического очага при лейкоплакии.** Операцию проводят под аппликационным обезболиванием, световодом проводят разрез в пределах слизистой в режиме абляции с водно-воздушным охлаждением, образовавшуюся раневую поверхность обрабатывают расфокусированным лазерным лучом на расстоянии 1–1,5 см в режиме коагуляции. Полученный материал отправляют на гистологическое исследование.

**Высокоинтенсивный диодный лазер для обработки афт и герпетических высыпаний.** Освечивание патологического очага проводят гибким световодом на мощности 2,0 Вт, бесконтактная методика. Особенно эффективна лазерная терапия герпетических высыпаний в первые сутки заболевания в сочетании с медикаментозной терапией:

- высококалорийная диета, обильное питье. Пища жидкая или полужидкая, не раздражающая слизистую оболочку;
- десенсибилизирующая терапия;
- жаропонижающие, болеутоляющие средства: эффералган, панадол;
- общеукрепляющая терапия — витамины С до 2,0 гр. в сутки;
- противовирусные препараты — ремантадин, бонафтон, ацикловир. Схема: Ацикловир 500 мг/таб. 5 раз в сутки.

### **Местная терапия**

#### **1. Противовирусные препараты:**

- теброфеновая мазь 0,5%;
- бонафтоновая мазь 0,5%;
- интерфероновая мазь;
- мазь Ацикловир (Зовиракс) 5% — использовать 3–4 раза в день.

#### **2. Обезболивание:**

- 10% Лидокаин-спрей;
- анестезиновая эмульсия;
- Калгель;

- Анестогель.
- 3. Антисептическая обработка:
  - 0,06% хлоргексидин;
  - 1 : 5000 фурацилин;
  - 0,5% перекись водорода.
- 4. Протеолитические ферменты:
  - Трипсин;
  - Химотрипсин.
- 5. Кератопластики:
  - Солкосерил;
  - Актовегин;
  - облепиховое масло;
  - масляный раствор витамина А.
- 6. Повышение местного иммунитета:
  - Имудон.

### **Хронический рецидивирующий афтозный стоматит.**

Хроническое воспалительное заболевание СОПР, характеризующееся периодическими ремиссиями и частыми обострениями с высыпанием афт.

ХРАС относится к заболеваниям, имеющим инфекционно-аллергическую природу.

*Выделяют 3 степени тяжести:*

- легкая (одиночные афты);
- среднетяжелая (до 7 афт);
- тяжелая (множество афт).

Встречаются 6 форм:

- типичная;
- язвенная;
- деформирующая;
- лихеноидная;
- фибринозная;
- glandулярная.

Диф. диагностика с:

- хроническим рецидивирующим стоматитом;
- герпетическим стоматитом;
- многоформной экссудативной эритемой;

- хронической травмой;
- медикаментозным стоматитом;
- афтами Беднара.

*Лечение: общее, местное.*

### **Общее:**

- диета противоаллергическая, богатая витаминами, исключить острое, пряное, грубую пищу;
- десенсибилизирующая терапия:  
 Диазолин (по 0,02–0,05 г на ночь);  
 Фенкарол (по 0,02–0,05 г на ночь);  
 Тавегил (сироп) (до 1 г по 2,5 мм на прием);  
 препараты кальция (лактат и глюконат кальция).

*Для повышения иммунитета:*

- Гистаглобулин (по 2 мм 2 раза в неделю в/м на курс лечения 6–10 инъекций);
- Левамизол (по 0,15 г 1 раз в день на курс 3 табл. через 3–5 дней).

*В тяжелых случаях:*

- кортикостероиды (Преднизолон 15–20 мг в сутки).

### **Местное:**

- санация хронических очагов инфекции;
- санация полости рта;
- обезболивание: 10% аэрозоль Лидокаина, Калгель, Анестогель, 2% раствор тримекаина;
- антисептическая обработка: 0,02% раствор фурацилина, 0,06% раствор хлоргексидина.
- аппликация коллагеновых пленок с различными лекарственными веществами (кортикостероидами, анестетиками).

**Неодимовый лазер.** Nd: YAG-лазеры генерируют импульс с длиной волны 1064 нм, который поглощается гемоглобином, меланином и незначительно водой. Следовательно, все ткани организма, содержащие кровь, будут являться тканью-мишенью. Результатом подобного взаимодействия является гомогенный фототермолиз. Суть явления сводится к поглощению

лазерной энергии тканью-мишенью и распространением ее в окружающих тканях в виде тепла.

Основным фактором воздействия Nd: YAG-лазера является высокая тепловая энергия, распространяющаяся в тканях, поглотивших лазерный импульс. Очевидно, что опять принципиально важны энергия импульса и время взаимодействия лазерной энергии и ткани-мишени.

Мощный и короткий импульс производит разрез мягкой ткани методом испарения и сопровождается явлениями коагуляции. Это позволяет проводить операции на мягких тканях на «сухом» операционном поле.

Применительно к эндодонтии целесообразно понимать, что гемоглобин или остатки тканей пульпы, окрашенные кровью, являются проводниками тепловой энергии вглубь дентинных канальцев, вызывая испарение всей мягкой ткани и бактериальных колоний. Чистота стерилизации составляет 99,9%.

Использование менее мощных и более длительных импульсов не вызывает испарения или разреза, но дает глубокий прогрев, что, в частности, вызывает на корне зуба изменения морфологической структуры и создает условия для значительно лучшего прикрепления фибробластов. На мягкой ткани достигается стерилизующий, противовоспалительный и обезболивающий эффекты.

**Поэтому Nd: YAG-лазеры активно используются в эндодонтии, пародонтологии, хирургии мягких тканей и лечении патологии слизистых, а также в лечении герпеса.**

В Nd: YAG-лазерах фирмы Fotona использованы все технические новинки, о которых мы подробно говорили, разбирая Er: YAG-лазеры:

- технология VSP, представленная импульсами VSP, SP, VLP, длительность которых варьируется от 100 до 320 мкс;
- система EFC — регулятор энергии импульса с обратной связью;
- система ESC — электронный контроль параметров спрея от отдельной ирригационной системы.

**Пародонтология и хирургия мягкой ткани.** Преимущества хирургического вмешательства с использованием Nd: YAG-лазера таковы:

- бескровная операция дает хирургу великолепный обзор во время всей процедуры, что сокращает время операции. Раны остаются открытыми более короткое время, что снижает риск инфицирования;
- одновременная дезинфекция ткани уменьшает вероятность инфицирования, что является одним из наиболее частых осложнений после операций;
- снижается потребность в местной анестезии, а небольшая боль или ее отсутствие после лазерной операции доставит пациенту больше комфорта и сократит время хирургической процедуры;
- отсутствие необходимости в наложении швов после лазерной хирургии является нормальной ситуацией, что увеличивает комфорт пациента в еще большей степени;
- лазерная хирургия обеспечивает более быстрое заживление ран с меньшим послеоперационным дискомфортом и отеками.

Наиболее часто Nd: YAG-лазер используют для френэктомии, гингивэктомии, удаления фибром, гемангиом, мягкотканых разрастаний вокруг имплантата, удлинения коронки зуба.

**Применение CO<sub>2</sub>-лазера в косметологии.** Углекислотный лазер используется для удаления бородавок и папиллом. Обладает мощным коагуляционным воздействием, запекает патологические ткани, превращая их в плотный струп.

## VI. ЭТИОЛОГИЯ, ПАТОГЕНЕЗ, ДИАГНОСТИКА И КЛИНИКА ПРЕДРАКОВ И НОВООБРАЗОВАНИЙ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ.

### Принципы лечения.

### Лазерные хирургические технологии удаления предраков и новообразований лица и полости рта

#### Лазерный пилинг

Путем выпаривания верхних слоев ткани (лазерный пилинг) можно эффективно и в щадящем режиме удалять измененную слизистую оболочку доброкачественного или факультативного предзлокачественного вида. После лазерного воздействия поверхность раны практически не требует повязки, за счет чего значительно снижается травмирование послеоперационной раны, а образующиеся незначительные рубцы не приводят к функциональным ограничениям. Это лазерное вмешательство можно проводить амбулаторно.

После анестезии слизистой оболочки в области вмешательства осуществляется лазерный пилинг быстрыми круговыми движениями углового или прямого фокусированного наконечника CO<sub>2</sub>-лазера в бесконтактном режиме мощностью 3–5 Вт до области базальной мембраны.

#### Иссечение фибром.

С помощью лазерной техники иссечение фибромы на СОПР и кожных покровах лицевой области происходит быстро и надежно. При лазерном иссечении предварительно проводимая анестезия обеспечивает безболезненность вме-



Рис. 19. Схема движения наконечника при проведении лазерного пилинга

шательства. Если необходимо проведение биопсии, то субстрат для морфологического исследования берут заранее, до лазерной манипуляции.

Стебельчатую, имеющую ножку, фиброму иссекают, отделяя ее от находящейся под ней здоровой слизистой. Для этого приподнимают пинцетом или тканевым зажимом и с расстояния 1–2 мм иссекают в непрерывном режиме лазерным лучом мощностью 6–10 Вт. Обязательно по периметру захватывают и здоровую ткань. Поверхность раны обрабатывают дефокусированным лучом, выравнивают края раны и параллельно осуществляют гемостаз. Наложения швов не требуется.

Плоские образования удаляют послойно (лазерный пилинг) в несколько этапов, выпаривают поверхностные слои ткани. Салфеткой, смоченной в физиологическом растворе, удаляют образовавшийся карбонизированный слой, чтобы сделать видимой расположенную глубже ткань и избежать чрезмерного повышения температуры нижележащих слоев. Процесс повторяется до полного удаления измененных тканей.

В послеоперационном периоде, как правило, кровотечения не возникает, а болевой синдром выражен очень незначительно. В зависимости от объема вмешательства лазерная рана полностью заживает через 2–3 недели. Преимуществами данной лазерной методики являются кратковременность и одномоментность воздействия, отсутствие побочных реакций, хороший косметический эффект, возможность выполнения операции в амбулаторных условиях, лазерное запечатывание кровеносных и лимфатических сосудов, исключен выход опухолевых клеток за пределы лазерной раны.

**Удаление гемангиом и лимфангиом.** Гемангиома — наиболее часто встречающаяся сосудистая опухоль. В зависимости от типа строения ее сосудистого русла принято различать кавернозные, капиллярные, ветвистые (рацемозные) и комбинированные гемангиомы. При удалении капиллярных гемангиом и лимфангиом лазерный скальпель особенно эффективен. Для терапии всех остальных типов сосудистых опухолей лазер используется как вспомогательный инструмент. При примене-



нии электро- и термокоагуляторов возможны вторичные кровотечения и тромбозы сосудов прилежащих тканей, что грозит тяжелыми осложнениями, это исключено при использовании лазера.

Техникой лазерного пилинга дефокусированным лучом наконечника диаметром 0,4 мм СО<sub>2</sub>-лазера сканирующими движениями выпаривают поверхность, создавая гемостаз. Поверхность гемангиомы коагулируется и карбонизируется под тепловым воздействием поглощенного лазерного излучения. Кровотечение из крупных сосудов останавливается с помощью зажима и последующей перевязки. До полного заживления раны требуется 2–4 недели в зависимости от площади вмешательства.

**Лазеротерапия сиалолитиаза.** Сиалолитиаз — образование камней в слюнной железе. Причины возникновения: нарушение фосфорно-кальциевого обмена и недостаток витамина А, врожденные эктазии и стриктуры выводных протоков с одновременным снижением секреторной активности паренхимы. Заболевание проявляется в виде боли и припухания железы во время приема пищи из-за перемещения камня током слюны и obturации протока в месте его сужения. Со временем развивается хронический сиалoadенит с частыми обострениями. Вне обострения сложно прощупать камень в области протока или паренхимы железы. На обзорных рентгенограммах в области слюнной железы и дна полости рта определяется тень конкремента.

Лечение сиалолитиаза после предварительного рентгеновского снимка и подтверждения диагноза можно проводить с помощью лазера. Лазерным наконечником с лучом мощностью 4–6 Вт в постоянном режиме открывают поток в направлении железы до момента визуализации конкремента. Проводят зондирование протока Уортона с маркировкой проекции конкремента. При контакте лазерного луча с камнем возникают световые блики, указывающие на поглощение невидимого лазерного излучения и эмиссию видимого света конкрементом. Камень извлекают из протока, затем проводят пластику устья

протока для профилактики рецидива. Благодаря лазерному разрезу врач имеет дело почти с не кровоточащим операционным полем, что обеспечивает хороший обзор. Через 7–8 дней швы удаляют.

**Лазеротерапия ранулы.** Киста слюнных желез — мягкое округлое образование, безболезненное, голубоватого цвета, покрыто истонченной слизистой оболочкой со светлым вязким секретом. Чаще поражаются малые слюнные железы губ, щек и неба. Ранула (киста подъязычной слюнной железы) располагается в подъязычной области, иногда распространяется в поднижнечелюстной треугольник, напоминает ретенционную кисту губы. Кисты возникают в результате травмы и последующего рубцового зарращения выводного протока. Возможны врожденные кисты как следствие нарушенного эмбрионального развития. Лечение состоит в экстирпации кисты вместе с оболочкой и прилежащими гипертрофированными малыми слюнными железами. Удаление при помощи традиционной операции нередко затруднено и грозит рецидивом.

При лазерной операции риск рецидивов значительно снижен благодаря полному удалению внутреннего эпителия просвета кисты. Для этого при удалении ретенционной кисты ее внутреннюю оболочку предварительно окрашивают метиленовым синим, шприцем откачивают содержимое кисты, вводят и затем отсасывают 2% водный раствор метиленового синего. Киста вскрывается расфокусированным лазерным лучом мощностью 5–6 Вт в постоянном режиме, оболочка кисты выпаривается послойно до пределов здоровой ткани. Прооперированная зона полностью заживает через 2 недели.

**Лазеротерапия лейкоплакии.** Лейкоплакия СОПР, по определению ВОЗ, представляет собой белые, несмываемые изменения СОПР, сопровождающиеся ороговением. Различают плоскую, веррукозную, эрозивную формы заболевания и лейкоплакию курительщиков. Гистологически лейкоплакии подразделяются на 4 группы: дисплазия эпителия малой, средней и высокой степени, 4 стадия carcinoma in situ диагностируется

в том случае, если имеется нарушение дифференциации клеток без выхода за базальную мембрану. Наиболее часто лечение лейкоплакии осуществляется с использованием традиционных хирургических методов, криохирургии и медикаментозной терапии витаминами группы А. Использование СО<sub>2</sub>-лазера позволяет эффективно удалять лейкоплакию даже в труднодоступных местах.

Хирургическое лазерное лечение проводится амбулаторно, под местной анестезией, после гистологического подтверждения диагноза. Дефокусированным лучом мощностью 4–6 Вт бесконтактно сканирующими движениями от периферии к центру послойно снимается измененная слизистая оболочка. Поверхность, карбонизированную после лазерной обработки, послойно удаляют марлевым тампоном, смоченным в физиологическом растворе, что позволяет контролировать действие лазера на ткани, затем продолжают лазерный пилинг. В заключение всю операционную область еще раз коагулируют и карбонизируют, избегая контакта лазерного наконечника с поверхностью зубов.

Первые три дня после операции пациент должен с осторожностью питаться мягкой пищей, чтобы карбонизированный слой как можно дольше сохранялся и противостоял риску нарушения заживления раны и образованию рубцов. В зависимости от размера повреждения образование нового эпителия завершается в течение 2–4 недель. Применение лазера минимизирует вероятность рецидива.

Удаление гипертрофированной слизистой оболочки полости рта и **«болтающегося гребня»**. Неблагоприятные условия фиксации съемных протезов возникают у пациентов с гипертрофией слизистой оболочки полости рта или фиброзного («болтающегося гребня»), что ухудшает фиксацию протезов и ведет к дальнейшему разрушению кости.

Эти патологические состояния удаляют фокусированным лучом СО<sub>2</sub>-лазера мощностью 8 Вт в непрерывном режиме в виде подрезающей препарации. При этом ткань отводят хирургическим пинцетом. Затем края раны сглаживают расфокусированным лучом. Также можно послойно снимать фиброзную

и гипертрофированную ткань, периодически увлажняя марлевым тампоном с физиологическим раствором. В данном случае нужно постоянно проверять зондом толщину оставшегося слоя ткани во избежание повреждения периоста. Толщина оставшегося слизисто-надкостничного лоскута должна составлять не менее 3 мм. Полное заживление происходит через 2–3 недели.

**VII. ЭТИОЛОГИЯ, ПАТОГЕНЕЗ,  
ДИАГНОСТИКА И КЛИНИКА РАДИКУЛЯРНЫХ  
КИСТ ЧЕЛЮСТЕЙ. ЦИСТОТОМИЯ.  
ЦИСТЭКТОМИЯ. ЛАЗЕРНАЯ ЦИСТОТОМИЯ.  
ЛАЗЕРНАЯ ЦИСТЭКТОМИЯ.  
ЭТИОЛОГИЯ, ПАТОГЕНЕЗ  
РАДИКУЛЯРНЫХ КИСТ ЧЕЛЮСТЕЙ**

Околочорневые кисты являются следствием инфекционно-воспалительного процесса в пародонте при осложненном течении кариеса, травмы, некачественно проведенном эндодонтическом лечении либо при нарушении прорезывания и формирования зуба.

На внутренней поверхности периодонта почти в каждом зубе имеются эпителиальные клеточные островки, под влиянием химического или механического раздражения продуктами воспаления эпителиальные элементы в периодонте разрастаются и размножаются, образуя макроскопические полости. Полости заполняются трансудатом, что приводит к повышению давления и образованию кистогранулем, объем кисты увеличивается, давление ее стенок на окружающие ткани усиливается, происходит атрофия губчатого и коркового вещества челюсти.

В зависимости от продолжительности развития околочорневой кисты, интенсивности воспалительного процесса и гистологического строения околочорневые кисты подразделяются на три морфологических варианта:

- околочорневые кисты, соединительнотканый компонент которых представлен молодой грануляционной тканью с резко выраженными воспалительными явлениями;
- околочорневые кисты с оболочкой, представленной в основном зрелой фиброзной тканью, с явлениями слабовыраженного хронического воспаления и массивным пластом эпителия с четкой вертикальной анизоморфностью слоев;
- околочорневые кисты с явлениями обострения хронического воспалительного процесса, для которых характерно

сочетание морфологических признаков первого и второго вариантов.

В оболочке кисты выделяют два слоя. Наружная оболочка имеет соединительнотканную основу и образует капсулу кисты. Внутренняя оболочка состоит из многослойного плоского эпителия. Рост радикулярных кист происходит в сторону наименьшего сопротивления. Форма, локализация, распространение кисты во многом зависят от анатомического строения челюсти.

### **Диагностика и клиника радикулярных кист челюстей.**

Диагноз устанавливается на основании анамнеза, клинических данных, результатов дополнительного обследования. Обязательный алгоритм обследования включает рентгенографию, цитологическую пункцию, электроодонтодиагностику пульпы зубов, обращенных в полость кисты, гистологическое и иммунологическое обследование.

**Клиническое обследование.** У большинства пациентов деструктивные процессы в периапикальных тканях протекают латентно. Жалобы пациентов отсутствуют, кисту обнаруживают случайно при рентгенологическом обследовании во время лечения зубов, планировании и проведении ортодонтического или ортопедического лечения. Иногда кисты вызывают деформацию лица, в этом случае могут быть жалобы на ассиметрию лица.

В полости рта могут наблюдаться сглаженность или выбухание округлой формы переходной складки, истончение слизистой оболочки, наличие деформации челюсти в области причинных зубов, «пергаментный» хруст при пальпации. Пальпация в области локализации радикулярной кисты вне гнойного осложнения безболезненна, в случае острого воспаления — резко болезненна. Границы выбухания четкие.

Причинный зуб обычно с кариозной полостью или мертвой пульпой. При удалении зуба через лунку выделяется прозрачная или соломенно-желтая жидкость.

Нагноение кисты сопровождается повышением температуры тела, болью, припухлостью, гиперемией слизистой оболочки в зоне кисты.

Рентгенологически определяется участок гомогенного разрежения костной ткани овальной или округлой формы с четкими границами, локализующийся в проекции верхушки причинного зуба. Границы менее четкие при наличии в анамнезе периодических обострений воспалительного процесса в области кисты. Корень причинного зуба не подвергается рассасыванию, корни соседних зубов могут дивергировать.

Компьютерная томография расширяет возможности рентгенологического исследования, позволяя получить трехмерное отображение исследуемой области и более точно судить о размерах полости кисты и плотности костной ткани.

Электроодонтодиагностику для оценки жизнеспособности пульпы проводят у зубов, обращенных в полость кисты и прилежащих к ней.

У всех пациентов для подтверждения клинического диагноза послеоперационный материал должен направляться на патогистологическое исследование.

Применение лазерных технологий в амбулаторной хирургии способствует повышению эффективности лечения пациентов с радикулярными кистами путем снижения риска возникновения рецидивов и осложнений, создания оптимальных условий для ускорения процессов регенерации тканей, а впоследствии — повышения функций зубов, находящихся в полости кисты. Однако применение с этой целью лазеров должно базироваться на принципах традиционной хирургии. В связи с этим от стоматолога-хирурга требуется высокий уровень практической и теоретической профессиональной подготовки.

До того, как приступить к освоению лазерной техники он должен в полном объеме овладеть всеми традиционными методами лечения радикулярных кист челюстей.

**Лазерная цистэктомия.** Под проводниковой анестезией производят рассечение слизистой оболочки и надкостницы с использованием лазерной установки. Световод наконечника располагается под углом 45 градусов к слизистой оболочке и в режиме абляции при мощности 1,5–1,75 Вт, воздух 8%, вода 11%, в бесконтактном режиме, отступая 1 мм от поверх-

ности, плавным движением наконечника проводят плавное рассечение тканей. Распатором тупым путем отслаивают слизисто-надкостничный лоскут, обнажая при этом наружную переднюю костную стенку кисты. Форма и величина разреза зависят от размеров кисты. При наличии узury в костной ткани на уровне причинного зуба производят ее постепенное расширение с использованием лазера. При этом мощность увеличивают до 3,5–4,0 Вт, воздух 8%, вода 11%. Рабочие движения в бесконтактном режиме. Резекцию верхушки корня проводят при мощности 0,5–0,6 Вт, воздух 8%, вода 11%. Насадка наконечника находится в контакте с резецируемой верхушкой корня. Оболочку кисты удаляют, используя хирургический зажим и кюретажную ложку. Затем образовавшуюся костную полость обрабатывают лазером в режиме 1,5–1,75 Вт, воздух 8%, вода 11%, вводя световод наконечника непосредственно в полость, тем самым создавая условия полной стерильности полости. Образовавшийся костный деферт заполняют остеопластическим материалом или добиваются полноценного кровяного сгустка. Остеопластический материал необходимо за 40 минут до его внесения в область костных дефектов поместить в специальную емкость с физиологическим раствором до полного пропитывания, в этом случае он набухает, увеличивается в объеме и им можно заполнить дефект на 100% объема, в этом случае не будет расхождения швов. Мобилизованный слизисто-надкостничный лоскут укладывают на место, рану ушивают наглухо викрилом (№4 или 5).

Если радикулярная киста локализуется на небе, а с вестибулярной стороны определяется интактная кость, то можно использовать небный подход. В этом случае перед операцией изготавливают защитную небную пластинку. Разрез в этом случае следует проводить внутрибороздковый, как при лоскутных операциях для профилактики нарушения целостности слизистой оболочки неба. При отслоении слизисто-надкостничного лоскута обнаруживается узura кости или ее истончение. Далее с помощью лазера на мощности 3,5 Вт расширяют узuru или иссекают костную стенку до диаметра кисты. Затем в том же режиме работы лазера производят резекцию верху-



шек корней зубов. Можно заполнить образовавшийся костный дефект остеопластом, слизисто-надкостничный лоскут укладывают на место и накладывают межзубные узелковые швы. Фиксируют небную защитную пластинку, прижимая лоскут к кости.

**Лазерная цистотомия.** Под проводниковой анестезией на альвеолярном отростке челюсти проводят выкраивание дугообразного или трапецевидного лоскута соответственно локализации кисты. Причем рассечение слизистой оболочки и надкостницы производят с использованием эрбиевого лазера.

Сапфировый световод располагают под углом 45 градусов к слизистой оболочке и в режиме абляции при мощности 1,5–1,75 Вт, воздух 8%, вода 11% в бесконтактном режиме, отступая 1 мм от поверхности, плавным движением наконечника производят послойное рассечение тканей. Распатором тупым путем отслаивают слизисто-надкостничный лоскут, обнажая наружную переднюю костную стенку кисты. Форма и величина разреза зависят от размеров кисты. В том же режиме при помощи лазера проводят иссечение передней стенки кисты с фрагментом ее оболочки. Затем образовавшуюся полость обрабатывают лазером при мощности 1,5–1,75 Вт, воздух 8%, вода 11%, вводя световод наконечника непосредственно в полость, тем самым создавая условия полной стерильности полости. Костный дефект заполняют йодоформным тампоном.

**Компактостеотомия.** В настоящее время при лечении аномалий и деформаций челюстно-лицевой области в сформированном прикусе используются комплексные методы лечения, в основе которых лежит предварительное хирургическое вмешательство — компактостеотомия. Различают следующие методики подготовительных хирургических операций: решетчатая компактостеотомия, комбинации решетчатой и линейной компактостеотомии, чресслизистая компактостеотомия, декорткация челюсти в зоне предположительного перемещения зубов.

Большинство этих методик невыполнимы в амбулаторных условиях из-за сильной болезненности и опасности возник-

новения таких осложнений, как нарушение витальности зубов в зоне оперативного вмешательства, инфицирование раны, длительные сроки заживления, возможность оголения шеек зубов в области операционной раны с развитием в последующем повышенной чувствительности.

Применение высокоэнергетического эрбиевого лазера для проведения компактостеотомии является перспективным, так как дает возможность избегать вышеперечисленных осложнений.

Основные особенности эрбиевого лазера: высокая эффективность поглощения его излучения биотканями и возможность генерации коротких лазерных импульсов. В результате появляется возможность изменять в широких пределах как импульсную, так и среднюю мощность лазерного излучения, тем самым регулировать не только количество биоткани, удаляемой за один импульс, но и величину термического воздействия на прилегающие ткани.

Экспериментально подтверждена возможность применения эрбиевого лазера для проведения компактостеотомии, кроме того, установлено, что уже при энергии импульса 400 мДж происходит разрушение компактной пластинки кости, однако при всех применяемых нами режимах излучения отсутствовали морфологические признаки обугливания (карбонизации) костной ткани, что характерно при применении других высокоэнергетических лазеров.

Лазерные системы отличаются друг от друга характеристиками излучения, способами передачи луча до ткани-мишени. Различны и эффекты, возникающие в тканях, поглотивших энергию излучения, они зависят от мощности и времени взаимодействия лазерной энергии и ткани-мишени.

Наиболее широко применяются твердотельные Er: YAG- и Nd: YAG-лазеры, выполненные по технологии YAG (иттрий-алюминиевый гранат), излучающие свет инфракрасного спектра с длиной волны 2940 и 1064 нм соответственно. Выбор этих кристаллов основан на том, что длина волны 2940 нм практически селективно поглощается молекулами воды ткани-мишени, а 1064 нм — гемоглобином и менее интенсивно водой и мела-

нином. Далее речь пойдет именно о таких системах на основе кристаллов эрбия и неодима.

Er: YAG-лазеры в своей работе используют явление селективного фототермолиза. Это значит, что лазерная энергия практически полностью поглощается гидроксильными группами ткани-мишени. Следовательно, любая ткань-мишень, содержащая воду (эмаль, дентин, кость, мягкую ткань, пломбировочные материалы), будет практически полностью поглощать энергию лазерного луча.

Под воздействием лазерной энергии в твердых тканях наблюдается явление абляции (испарения). Абляция — сложное физическое явление. С одной стороны, происходит послойное разрушение кристаллов гидроксиапатита, с другой стороны, вода спрея из манипулы, попадая в каналы дентина и межкристаллическое пространство, также поглощает энергию лазера, мгновенно вскипает и расширяется, в результате происходит множество микровзрывов и мельчайшие обломки твердых тканей смываются водяным спреем.

Понятно, что явление абляции тем значительнее, чем большую энергию мы передаем тканям в единицу времени. Именно с этого момента начинаются отличия лазерных систем. Мощность лазерного излучения повысить возможно, а вот время самого импульса изменить значительно труднее.

## **VIII. ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРА ПРИ ЛЕЧЕНИИ ВОСПАЛИТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ЧЕЛЮСТНО-ЛИЦЕВОЙ ОБЛАСТИ**

Под действием НИЛИ низкоинтенсивного лазерного излучения происходит фотоиндукция макромолекул, изменение структуры воды и высвобождение ионов кальция из кальциевого депо. При этом увеличивается концентрация ионов кальция в цитозоле. Лазерная терапия — высокоэффективный метод лечения многих заболеваний, получила широкое распространение в различных областях медицины потому, что НИЛИ инициирует самые разнообразные биохимические и физиологические, адаптационные и компенсационные реакции:

- активизация метаболизма клеток и повышение их функциональной активности;
- стимуляция репаративных процессов;
- противовоспалительное действие;
- активизация микроциркуляции крови и повышение уровня трофического обеспечения тканей;
- анальгезирующее действие;
- иммуностимулирующее действие;
- рефлексогенное действие на функциональную активность различных органов и систем.

### **Показания к применению НИЛИ:**

- болевые синдромы нейрогенного и органического характера;
- нарушение микроциркуляции;
- нарушение иммунного статуса;
- сенсibilизация организма к лекарствам, аллергические проявления;
- заболевания воспалительного характера;
- необходимость стимулирования репаративных и регенеративных процессов в тканях;
- необходимость стимулирования систем регуляции гомеостаза (рефлексотерапия).

## **Противопоказания:**

- сердечно-сосудистые заболевания в стадии декомпенсации;
- нарушение мозгового кровообращения II степени;
- легочная и легочно-сердечная недостаточность в фазе декомпенсации;
- злокачественные новообразования;
- доброкачественные образования со склонностью к прогрессированию;
- заболевания нервной системы с резко повышенной возбудимостью;
- лихорадки невыясненной этиологии;
- заболевания кроветворной системы;
- печеночная и почечная недостаточность в стадии декомпенсации;
- сахарный диабет в стадии компенсации;
- гипертириоз;
- беременность во всех сроках;
- психические заболевания в стадии обострения;
- повышенная чувствительность к светолечению (фотодерматит и фотодерматоз, порфириновая болезнь, дискоидная и системная красная волчанка).

## **Частные стоматологические противопоказания:**

- все формы лейкоплакии;
- пролиферативные процессы на слизистой оболочке полости рта (папилломатоз, ограниченный гиперкератоз, ромбовидный глоссит).

Воздействие осуществляется контактной, контактно-зеркальной и дистантной методиками:

- местное воздействие на раны, травмы, ожоги, язвы и т. д. предполагает как местное влияние НИЛИ, так и генерализованные эффекты. Стимулируются в большей степени пролиферация и микроциркуляция, оказывается местное противовоспалительное и иммуностимулирующее действие;

- воздействие на рефлекторные зоны, а именно на точки акупунктуры: корпоральные и аурикулярные, на зоны Захарьина — Геда, паравертебрально;
- воздействие на проекции внутренних органов;
- воздействие на проекции сосудистых пучков;
- воздействие на проекции иммунокомпетентных органов.

Особенностью лазерной терапии в стоматологии является активное использование оптических насадок из комплекта С-1 (аппарат «Матрикс-стоматолог»). Эти насадки необходимы для доставки непрерывного лазерного излучения красного спектрального диапазона к патологическому очагу с необходимой оптимальной плотностью мощности. Сочетано с данным видом излучения также применяют импульсное ИК НИЛИ с магнитными насадками.

Используются регенераторные, противовоспалительные и иммуностимулирующие свойства НИЛИ. Эффективно применение лазерного излучения как профилактического средства, значительно снижающего вероятность постоперационных осложнений.

### **Применение:**

- заболевания ВНЧС (артрит);
- заболевания СОПР и языка (хронический афтозный стоматит, рецидивирующий герпетический стоматит, синдром Меркельсона — Розенталя, десквамативный глоссит);
- заболевания пародонта (гингивит, пародонтит);
- гнойно-инфекционные процессы ЧЛЮ, флегмоны;
- в составе комплексного лечения у больных с переломами нижней челюсти, при периоститах, постоперационных состояниях, после операции реплантации;
- гиперэстезия эмали;
- периодонтиты;
- заболевания слюнных желез (сиалоадениты околоушных и подчелюстных слюнных желез).

## **ОПТОДАН — лазерный терапевтический аппарат.**

Оказывает:

- выраженное противовоспалительное и противоотечное действие;
- стимуляция микроциркуляции;
- нормализация проницаемости сосудистых стенок;
- тромболитическое действие;
- стимуляция обмена и повышение кислорода в тканях;
- ускорение заживления ран;
- предотвращение образования рубцов;
- нейротропное и анальгезирующее действие;
- снижение патогенности микрофлоры, повышение ее чувствительности к антибиотикам;
- стимуляция системы иммунологической защиты и др.

**ОПТОДАН** — аппарат лазерный терапевтический АЛСТ-01, применяется для профилактики и лечения:

- кариеса — среднего, глубокого, в стадии деминерализации и мелового пятна;
- пульпитов и периодонтитов;
- заболеваний пародонта и слизистой оболочки полости рта;
- артрита и артроза;
- невралгий;
- ринита;
- тонзиллита;
- фурункулов и карбункулов;
- трудно заживающих ран и язв и др.;
- посттравматической и послеоперационной реабилитации.

**В косметологии:** ускоренная ликвидация раздражения и воспаления кожи после чистки лица, профилактика увядания кожи, устранение сухости и дряблости кожи, повышение ее упругости и эластичности, лечение пиодермии, фурункулеза, ускорение заживления ран и предотвращение образования рубцов после удаления пигментации, родинок, невусов, кожного рога, папиллом, фибром, после пластических операций, лечение атрофических и келоидных рубцов.

## **IX. ЛАЗЕРНОЕ ОДОНТОПРЕПАРИРОВАНИЕ ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДЕНТАЛЬНОЙ ИМПЛАНТОЛОГИИ**

В основе использования хирургических лазеров лежат два принципа: альтернативное применение высокоинтенсивного лазерного излучения в качестве скальпеля, как многопрофильного хирургического инструмента, и физического фактора, обладающего широким спектром биологического действия.

Лазерная хирургия основана на деструктивном воздействии на биоткани: тепловой, гидродинамический, фотохимический эффекты от лазерного излучения вызывают деструкцию ткани. В качестве деструктивного фактора чаще всего используют энергию тепла. Эффективность лазерной хирургии определяется эффективностью преобразования энергии лазерного пучка света в тепло на поверхности или в объеме биоткани.

**Формирование доступа, десневые разрезы, моделирование костного ложа с помощью эрбиевого лазера.** В хирургической стоматологии наиболее перспективны установки с длинами волн лазерного излучения, которые обеспечивают оптимальное поглощение лучевой энергии и жидкостью, влажными тканями и кровью. Процесс абляции биоткани лазерным лучом сопровождается термическими эффектами и механизмами деструкции биотканей.

Проведенные исследования рядом авторов показывают отличие лазерных ран от ран, нанесенных скальпелем. Лазерные раны характеризуются ранней пролиферацией клеточных элементов макрафагального и фибропластического ряда на границе тканей, подвергшихся лазерному воздействию, и интактных тканей. В процессе заживления лазерных ран не отмечается формирование демаркационной нейтрофильной инфильтрации на границе поврежденных и неизмененных тканей.

Отсутствие прямого контакта инструмента с биотканью снижает опасность инфицирования оперируемой области. Излучение лазера убивает патогенную микрофлору в опера-



ционной зоне, уменьшает вероятность послеоперационных гнойно-воспалительных осложнений.

В медицине лазерные установки нашли свое применение в виде лазерного скальпеля. Его использование для проведения хирургических операций определяют следующие свойства:

- он производит относительно бескровный разрез, так как одновременно с рассечением тканей коагулирует края раны, «заваривая» не слишком крупные кровеносные сосуды;
- лазерный скальпель отличается постоянством режущих свойств. Попадание на твердый предмет (например, кость) не выводит скальпель из строя; лазерный луч в силу своей прозрачности позволяет хирургу видеть оперируемый участок. Лезвие же обычного скальпеля, равно как и лезвие электроножа, всегда в какой-то степени загораживает от хирурга рабочее поле; лазерный луч рассекает ткань на расстоянии, не оказывая никакого механического воздействия на ткань;
- лазерный скальпель обеспечивает абсолютную стерильность, ведь с тканью взаимодействует только излучение;
- луч лазера действует строго локально, испарение ткани происходит только в точке фокуса. Прилегающие участки ткани повреждаются значительно меньше, чем при использовании механического скальпеля;
- как показала клиническая практика, рана от лазерного скальпеля почти не болит и быстрее заживает. Лазер стимулирует процесс регенерации.

Лечебные эффекты лазерного излучения:

- противовоспалительный эффект;
- нормализация микроциркуляции;
- снижение проницаемости сосудистых стенок;
- фибрино-тромболитическое действие;
- стимуляция обмена веществ;
- регенерация тканей;
- повышение оксигенации тканей;
- ускорение заживления ран;
- профилактика образования грубых рубцов.

В хирургии преимущественно используются лазеры трех длин волн: эрбиевый (2940 нм), углекислотный (10600 нм) и диодный (830 нм). Излучение этих лазеров генерируется в инфракрасном диапазоне электромагнитного спектра, который считается безопасным для здоровья человека.

Диодные лазеры чаще применяются для обеззараживания, коагуляции и реконструкции мягких тканей при коррекции десны на этапе подготовки к ортопедическому лечению, пластике уздечек и преддверия полости рта, кюретажа пародонтальных карманов, гингивопластике, при осложнениях ортодонтического лечения, лечения афтозных язв и герпеса. Лазер позволяет точно наносить разрез и удалять ткань в труднодоступных местах.

Эрбиевый лазер широко используется в имплантологии и пародонтологии. При проведении лоскутных операций эрбиевый лазер используется для проведения интрасулькулярных разрезов с обеих сторон альвеолярного отростка челюсти. Также этот лазер используется для создания доступа к костному ложу перед проведением операции имплантации, особенностями такого вмешательства будут бескровный разрез, стерилизация краев раны. Термический ожог и некроз трещин костной раны при этом минимальны. Процесс заживления после применения лазера происходит под тканевым комплексом, состоящем из фибрина, тканевого детрита и нейтрофильных лейкоцитов. Этот комплекс защищает раневой дефект от бактериальной инфекции и препятствует врастанию эпителия в рану.

Репаративные процессы в костной ткани протекают быстрее после воздействия лазерного излучения мощностью 3,5 Вт. Однако при увеличении этого параметра до 6,0 Вт наблюдается длительный процесс регенерации даже по сравнению с традиционным использованием физиодиспенсера. При неадекватном вмешательстве мощное лазерное излучение образует широкую зону остеонекроза, регенерация в этом случае проходит длительно.

**Ег: YAG — технические аспекты.** Фирма Fotona разработала и запатентовала технологию VSP — прямоугольный импульс изменяемой геометрии. Технология Fotona VSP дает

возможность изменять длительность импульса и поток энергии. Отсутствуют нежелательные тепловые эффекты, вызываемые длительным временем нарастания и затухания импульса.

Импульс технологии VSP практически лишен периодов нарастания и падения энергии, характерного для эрбиевых лазеров. Более того, предложено 5 режимов длительности одного импульса. Использование сверхкороткого импульса (50 мкс) позволяет повысить его мощность до 20 кВт, что позволяет новым моделям лазеров Fidelis обрабатывать эмаль зуба со скоростью, превышающей скорость работы механического бора.

Режим Super VSP целесообразно использовать для работы на эмали — самой твердой ткани человеческого организма. Для работы на дентине, особенно кариозноизмененном, где процентное содержание воды значительно выше, используются более мягкие режимы работы лазера с длительностью импульса 100 и 250 мкс. Лазерный импульс такой длительности максимально использует собственную воду тканей, эффективно убирая измененные твердые ткани, при этом спрей предохраняет ткани-мишени от пересушивания и смывает продукты микровзрыва.

Что касается возможностей импульса Super VSP длительностью 50 мкс на кариозноизмененных тканях, то результат будет достигаться еще быстрее. Однако не стоит забывать о принципах разумной достаточности и экономической целесообразности:

- нет необходимости затрачивать большее количество энергии, если эффективная абляция достигается на более низких показателях;
- особенностью лазерной стоматологии является тканесберегающий принцип. Необходимо удалить только измененные, богатые водой твердые ткани зуба, получить стерильную «лазерную» поверхность и стимулировать развитие вторичного и третичного дентина. Врач контролирует глубину проникновения энергии по двум признакам: характерный щелчок (звук микровзрыва или абляционный звук) и появление искрения на здоровых тканях с нормальным содержанием воды. Для отслеживания этих явлений сверхскоростные возможности лазера использовать нецелесообразно.

Соответственно, для работы на дентине и мягких тканях разумнее применять менее жесткие режимы излучения. Таким образом, технология Fotona VSP позволяет выбирать оптимальные режимы работы для различных тканей. Однако прямоугольный импульс изменяемой геометрии — это еще не решение всех проблем.

Эффективная частота работы лазера на твердых тканях зуба (особенно на эмали) составляет 20–30 Гц, а время работы лазерной установки для завершения определенного этапа работ исчисляется десятком секунд. За это время излучающий кристалл лазера нагревается и наблюдается прогрессивное падение мощности последующих импульсов. Потребовалось достаточно много времени для создания системы контроля и корректировки каждого импульса в режиме реального времени. В результате в лазерных системах Fotona появилась очередная новинка — технология EFC — регулятор энергии с обратной связью. Лазеры со стандартной технологией контролируют энергию только в начале работы. По мере нагрева снижается мощность лазерного излучения во время стоматологической процедуры. Частицы, вылетающие из зоны абляции, поглощают лазерный свет.

Необходимо остановиться еще на ряде феноменов, связанных с использованием лазера Er: YAG для работы на твердых тканях зуба:

- образование абляционного облака над поверхностью обрабатываемого зуба приводит к поглощению им лазерной энергии, что снижает эффективность работы лазера. Следовательно, только использование сверхкороткого импульса длительностью 50 мкс позволяет максимально использовать мощность лазера без потерь на рассеивание и поглощение абляционным облаком;
- очень важным параметром является качество и направленность водяного спрея. В условиях недостатка воды происходит мгновенное пересушивание тканей и появляется эффект карбонизации (обугливания). При ее избытке полезная мощность тратится на испарение спрея. Таким образом, и чрезмерное, и недостаточное

увлажнение не только снижают эффективность работы лазера, но и создают опасность для пациента.

Фирма Fotona решила данную проблему радикально: технология ESC осуществляет электронный контроль параметров давления воздуха и распыляемой воды, которая подается от автономной системы, интегрированной в корпус лазера.

Соотношение воды и воздуха в спрее регулируется при помощи кнопок, показатели выводятся на дисплей и заносятся в память управляющего процессора. Таким образом, врач получает возможность подобрать соотношение давления воды и воздуха соответственно типу обрабатываемой ткани, а также произвести индивидуальную подстройку для каждого пациента.

Распыление воды является важной частью процедур с использованием лазера Er: YAG, так как оно предотвращает высушивание ткани под лазерным светом. Распыляемая вода не допускает перегрева дентина и усиливает эффективность лазерной абляции за счет быстрого испарения внутри дентинных канальцев.

Семейство Fidelis предлагает также возможность охлаждения распыляемой водой (для хирургических процедур с более мощным Nd: YAG-лазером). Крайне важен вопрос доставки энергии от кристалла Er: YAG до ткани-мишени. Максимальная мощность составляет 20 кВт при времени импульса 50 мкс. Существующие на сегодняшний день оптические волокна не способны довести лазерный луч указанных характеристик до ткани-мишени без потери мощности. В системах Er: YAG фирмы Fotona эта проблема решена путем использования шарнирных световодов с системой зеркал и линз.

Манипула лазерной системы фирмы Fotona по внешнему виду чрезвычайно похожа на привычный врачам стоматологический микромоторный наконечник, но вместо бора используется контактный световод для передачи лазерного луча (представляет собой стекловолоконный цилиндр длиной 12 или 20 мм). При этом мануальный навык врача почти не изменяется, что облегчает адаптацию к работе на лазерной установке. Каналы для подачи спрея интегрированы в манипулу и направлены точно на окончание световода. Различная

длина световодов объясняется просто: для работы на поверхности зуба используется световод 12 мм, в глубине полости удобнее длина световода 20 мм.

Перед операцией имплантации врач-стоматолог нередко сталкивается с ситуацией, когда необходимо удалить мощные мышечные тяжи, уздечки губ и языка, углубить мелкое преддверие полости рта для увеличения ширины прикрепленной десны, ликвидировать доброкачественные опухоли СОПР.

СО2-лазер используется для высвобождения и раскрытия имплантата, во время функциональной фазы для лечения периимплантита. Преимущества СО2-лазера при высвобождении внутрикостных имплантатов заключаются в способности луча отражаться от полированных металлических поверхностей и зеркал, а из-за его длины волны не поглощаются титаном, что исключает возможность повреждения имплантата.

Раскрытие имплантата скальпелем вызывает кровотечение в этом участке, это снижает видимость операционного поля и усложняет процедуру. Кроме того, использование металлических инструментов повышает вероятность контаминации при контакте двух разных металлов, при этом на поверхности имплантата образуются микрогальванопары, продукты коррозии и нарушение оксидной пленки, это может привести к повреждению кости — асептическое воспаление с трансформацией в инфекционный процесс с развитием периимплантита и потерей имплантата.

Раскрытие имплантата эффективно осуществляется с использованием СО2-лазера, луч с длиной волны 10,6 мкм не поглощается титаном, в связи с этим нет опасности перегрева имплантата и окружающих тканей. Суперимпульсный режим позволяет добиться полного удаления тканей без побочного термического повреждения и обугливания.

После анестезии и определения локализации имплантата десна над ним снимается послойно, для этого скользящими движениями проводится выпаривание ткани дефокусированным лазерным лучом мощностью 4–6 Вт до тех пор, пока имплантат не будет почти полностью освобожден. Карбонизированная ткань обязательно периодически удаляется тампоном, смоченным в 3% растворе перекиси водорода, это обеспечивает

визуальный контроль и профилактику перегрева тканей. Последующие этапы выполняются по классической схеме: после удаления заглушки ввинчивается формирователь десны цилиндрической или конической формы. Через 5–6 дней он заменяется на аналог супраструктуры. После получения двойного силиконового оттиска отливается модель, аналог заменяется на рабочую голову имплантата с дальнейшим изготовлением временных и постоянных конструкций.

Другой метод высвобождения имплантата заключается в том, что по центру над имплантатом металлическим наконечником мощностью 5 Вт в режиме повторяющегося суперимпульса длительностью 0,05 с и шагом 0,2 с СО<sub>2</sub>-лазера делают разрез в медиодистальном направлении, разрез достигает надкостницы и поверхности имплантата, тем самым рассекая слизистую и периост, выходят на 1 мм за пределы имплантата. Рассеченную десну иммобилизуют с помощью узкого распатора, устанавливают супраструктуру. При такой минимальной иммобилизации десны наложение швов требуется редко. Прикрепленная десна не теряется, вокруг супраструктуры образуется плотная десневая манжета.

Первый метод используется в случае, если пациенту необходимо провести операцию углубления преддверия полости рта, толщина слизистой превышает 3 мм и ему показан лазерный пилинг с одновременной установкой формирователя десны. Если толщина десны менее 3 мм и нет необходимости мукогингивальной коррекции, используют второй метод.

**Лечение периимплантитов.** Хирургическое лечение периимплантита осуществляется аналогично лоскутной операции, только патологические ткани удаляют с помощью лазера не в области корней, а вокруг имплантата. Важным моментом является работа лазера в бесконтактном режиме, т.к. при прикосновении лазерного световода к титановому имплантату могут произойти его нагревание и ожог кости вокруг имплантата. Под инфильтрационной анестезией проводится удаление грануляционной ткани вокруг имплантата на мощности 2,5 Вт, если используется диодный лазер.

При использовании эрбиевого лазера проводят внутриб-роздковые и папиллярные разрезы в зоне периимплантита, отпрепарируют серповидной гладилкой слизисто-надкостнич-ный лоскут с обеих сторон альвеолярного отростка челюсти, оценивают стабильность имплантата. При выраженной под-вижности имплантата следует его удалить, затем образовав-шийся дефект восполнить остеопластическим материалом, изолировать его резорбируемой мембраной, уложить слизисто-надкостничные лоскуты на место и ушить рану наглухо. Через 6 месяцев проводится рентгенологический контроль и оцени-вается состояние костной ткани в отношении установки нового имплантата в этой области.

В случае стабильного положения имплантата необходимо удаление патологических тканей в зоне переимплантита, обнажившуюся часть имплантата закрывают остеопластическим материалом и/или аутокостью, резорбируемой мембраной, мобилизованные лоскуты укладывают на место, рану ушивают на себя. Рентген-контроль через 6 месяцев.



## **Темы учебно-исследовательских работ**

1. Лазерные технологии в современной медицине.
2. Место лазера в современной стоматологии.
3. Виды стоматологических лазеров. Режимы работы и механизмы действия на биологические ткани.
4. Применение лазера в кариесологии и эндодонтии.
5. Применение лазера в пародонтологии.
6. Применение лазера при лечении заболеваний слизистой оболочки полости рта.
7. Применение лазера при лечении воспалительных заболеваний челюстно-лицевой области.
8. Лазерные технологии в дентальной имплантологии.
9. Фотодинамическая терапия в пародонтологии.
10. Фотодинамическая терапия в эндодонтии.

## **Темы реферативных исследований**

1. Физика лазеров и свойства лазерного излучения. Взаимодействие лазерного излучения с биотканями.
2. Характеристики и параметры лазерного излучения. Режимы работы лазерного излучения. Воздействие лазерного излучения на мягкие ткани и кость.
3. Санитарно-эпидемиологические требования к лазерной операционной и ее оборудованию. Правовые основы лазеротерапии.
4. Применение лазера в лечении кариеса.
5. Применение лазера в лечении заболеваний пародонта.
6. Этиология, патогенез, диагностика и клиника предраков и новообразований челюстно-лицевой области. Принципы лечения. Лазерные хирургические технологии удаления предраков и новообразований лица и полости рта.
7. Этиология, патогенез, диагностика и клиника радикулярных кист челюстей. Цистотомия. Цистэктомия. Лазерная цистотомия. Лазерная цистэктомия.

8. Применение лазера при лечении воспалительных заболеваний челюстно-лицевой области.
9. Лазерное одонтопрепарирование.
10. Лазерные технологии в дентальной имплантологии.
11. Фотодинамическая терапия

## ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Какова физическая природа света:
  - a. поток электромагнитных колебаний высокой частоты;
  - b. поток электромагнитных колебаний низкой частоты;
  - c. поток энергии проникающей радиации;
  - d. поток электромагнитных колебаний оптического диапазона;
  - e. высокочастотный переменный импульсный ток.
2. Какой вид энергии используется в ультразвуке:
  - a. ток высокой частоты;
  - b. импульсный ток;
  - c. механическая энергия;
  - d. магнитное поле;
  - e. поток электромагнитных колебаний высокой частоты.
3. В каком диапазоне находятся волны светового излучения:
  - a. 15 м;
  - b. 10–12 м;
  - c. от 10 до 1 м;
  - d. от 1 м до 1 мм;
  - e. ниже 1 мм.
4. На чем основано биологическое действие инфракрасного излучения:
  - a. фотохимическое;
  - b. фотоэлектрическое;
  - c. ионизирующее;
  - d. гипотермическое;
  - e. тепловое.
5. Повторный курс низкоинтенсивной лазерной терапии проводится через:
  - a. 2 недели;
  - b. 1,5–2 месяца;
  - c. 2–3 месяца;
  - d. 1–6 месяцев;
  - e. 1 раз в год.

6. Глубина проникновения инфракрасного излучения: доли миллиметра;
- 1–5 мм;
  - 1–2 см;
  - 5–7 см;
  - 10–12 см.
7. Воздействие красного лазерного излучения запрещено на:
- ВНЧС;
  - область сердца и крупных сосудов;
  - область гайморовых пазов;
  - глаза.
8. Метод исследования слизистой оболочки низкоинтенсивным лазерным излучением называется:
- электрообезболивание;
  - тканевая оксиметрия;
  - миография;
  - лазерная доплеровская флоуметрия;
  - электродиагностика.
9. Здоровая пульпа реагирует на силу тока:
- 20–30 мкА;
  - 2–6 мкА;
  - 60 мкА;
  - 100 мкА;
  - 15–20 мкА.
10. Противопоказания к применению низкоинтенсивной лазерной терапии:
- невралгия тройничного нерва;
  - обострение хронического периодонтита;
  - хронический генерализованный пародонтит;
  - заболевания слюнных желез;
  - злокачественные новообразования, склонность к кровотечению.

11. При облучении ультрафиолетовыми лучами на коже возникают:
- гиперемия с постепенным исчезновением;
  - зуд, припухлость;
  - эрозии, язвы;
  - гиперемия, эритема, шелушение, пигментация;
  - гиперемия и сохраняется в течение 3 суток.
12. Для улучшения витаминообразования, активизации обменных процессов назначают:
- магнитотерапию;
  - электросон;
  - дидинамотерапию;
  - УФ-облучение;
  - дарсонвализацию.
13. Местная низкоинтенсивная терапия показана при:
- хроническом рецидивирующем афтозном стоматите;
  - папилломатозе СОПР;
  - наклонности к кровотечениям;
  - многоформной экссудативной эритеме;
  - пиогенной гранулеме.
14. Отметить противопоказания для назначения лазерной терапии:
- обострение хронического генерализованного пародонтита;
- неврит лицевого нерва;
  - беременность;
  - травма мягких тканей СОПР;
  - эрозивно-язвенный стоматит.
15. Для лазерной терапии не характерно действие:
- противовоспалительное;
  - обезболивающее;
  - десенсибилизирующее;
  - гипотермическое;
  - корродирующее.

16. Лазеротерапия противопоказана при:
- хроническом гипертрофическом гингивите отечной формы;
  - хроническом рецидивирующем герпетическом стоматите;
  - эрозивной форме лейкоплакии;
  - кариесе в стадии белого пятна;
  - остром периодонтите в фазе экссудации.
17. Назначение физиотерапевтических процедур на ранних стадиях развития воспалительного процесса в челюстно-лицевой области способствует:
- развитию фазы нагноения;
  - регенерации тканей;
  - обратному развитию процесса;
  - опорожнению гнойного очага;
  - венозному застою.
18. Хорошей электропроводностью обладают:
- ороговевший слой эпидермиса;
  - костная ткань;
  - сухожилие;
  - слизистая оболочка полости рта;
  - хрящевая ткань.
19. Малые мощности лазерного излучения оказывают:
- ускорение регенерации тканей;
  - бактерицидное действие;
  - тепловое действие;
  - стимулирующее, анальгезирующее, противовоспалительное действие;
  - коагуляцию тканей.
20. При лечении гиперэстезии применяют методы:
- флюктуоризацию;
  - бесконтактное освечивание диодным лазером;
  - УВЧ-терапию;
  - электрофорез микроэлементов;
  - электростимуляцию.

21. Гиперестезия эмали при гипоплазии лечится:
- лекарственным электрофорезом кальция, фосфора, фтора, витамина группы В;
  - бесконтактным освещением диодным лазером;
  - амплипульс-терапией;
  - ношением магнитофоров;
  - апликациями 10% глюконата кальция.
22. При повышенной стираемости твердых тканей зубов для улучшения обменных процессов назначают:
- электросон;
  - общее УФ-облучение;
  - местное УФ-облучение;
  - гальванизацию воротниковой зоны;
  - электронейростимуляцию.
23. При травме зуба необходимо провести:
- электрообезболивание;
  - электростимуляцию;
  - электроодонтодиагностику;
  - электрофорез;
  - дарсонвализацию.
24. После пломбирования корневого канала зуба и появления боли назначают:
- электрофорез с витамином В и новокаином;
  - электрическое поле УВЧ, АСБ-2;
  - местное УФ-облучение;
  - аэрозольтерапию;
  - магнитолазер.
25. При проведении точечной лазерной коагуляции одновременно коагулируют десневые сосочки:
- 1-2;
  - 5-6;
  - 3-4;
  - 2-3;
  - до 14.

26. При лечении глоссалгии эффективны:
- а. массаж;
  - б. низкоинтенсивная лазерная терапия;
  - в. гидротерапия;
  - г. электропроцедуры;
  - д. магнитотерапия.
27. Резкие боли в ВНЧС можно устранить: местным УФ-облучением;
- а. ультразвуком;
  - б. массажем;
  - в. магнитолазером;
  - г. электрофорезом с анестетиками.
28. Для профилактики обострения периодонтита в день пломбирования корневых каналов можно назначить:
- а. электрическое поле УВЧ;
  - б. флюктуоризацию;
  - в. дарсонвализацию;
  - г. магнитолазер;
  - д. гидротерапию.
29. При физиотерапевтическом лечении невралгии тройничного нерва необходимо тщательно контролировать:
- а. артериальное давление;
  - б. изменения в характере болей;
  - в. пульс;
  - г. температуру тела;
  - д. правильный ответ отсутствует.
30. При неврите лицевого нерва проводят:
- а. электродиагностику;
  - б. электросон;
  - в. электромиографию;
  - г. электроодонтометрию;
  - д. рентгенологическое обследование.



31. Для снятия боли и воспаления при ожоге 1-й степени следует назначить:
- a. гидротерапию;
  - b. аэрозольтерапию;
  - c. УФ-облучение;
  - d. инфракрасное излучение;
  - e. низкоинтенсивное лазерное облучение.
32. Пародонт — многофункциональный комплекс тканей, включающий:
- a. периодонт, костную ткань альвеолы, цемент корня зуба;
  - b. десну, костную ткань альвеолы, цемент корня зуба;
  - c. десну, периодонт, цемент корня зуба;
  - d. десну, периодонт, костную ткань альвеолы, цемент корня зуба;
  - e. десну, периодонтальную связку, костную ткань альвеолы, цемент корня зуба.
33. Глубина десневой борозды в норме:
- a. до 1 мм;
  - b. 1–3 мм;
  - c. 3–4 мм;
  - d. 4–6 мм;
  - e. более 6 мм.
34. Глубина пародонтального кармана более 6 мм характерна для:
- a. катарального гингивита;
  - b. хронического генерализованного пародонтита легкой степени;
  - c. хронического генерализованного пародонтита средней степени;
  - d. хронического генерализованного пародонтита тяжелой степени;
  - e. пародонтоза легкой степени тяжести.

35. К местным этиологическим факторам заболеваний пародонта относятся:
- a. заболевания крови;
  - b. профессиональные вредности;
  - c. нарушение прикуса;
  - d. заболевания сердечно-сосудистой системы;
  - e. гормональные нарушения.
36. При хирургическом лечении заболеваний пародонта в предоперационном периоде не проводится:
- a. санация полости рта;
  - b. профессиональная гигиена полости рта;
  - c. иммобилизация подвижных зубов;
  - d. устранение травматической окклюзии;
  - e. устранение рецессии десны.
37. Профилактические осмотры пациентов с хроническим генерализованным пародонтитом средней степени тяжести в стадии ремиссии проводятся:
- a. 1 раз в 3 месяца;
  - b. 1 раз в 6 месяцев;
  - c. 1 раз в год;
  - d. 1 раз в 9 месяцев;
  - e. не проводятся.
38. Вестибулопластика показана при глубине преддверия полости рта:
- a. менее 7–8 мм;
  - b. 8–10 мм;
  - c. 9–11 мм;
  - d. 10–12 мм;
  - e. 11–13 мм.

39. Цель хирургического вмешательства при хроническим пародонтите:
- купирование обострения воспалительного процесса;
  - предотвращение рецессии;
  - восстановление эстетики;
  - устранение пародонтального кармана, создание условий для костной ткани и соединительнотканного прикрепления;
  - нет верного ответа.
40. Использование лазера не обеспечивает:
- гемостаз во время операции;
  - уменьшение болевых ощущений;
  - уменьшение отека после операции;
  - полное восстановление альвеолярной кости;
  - улучшение визуализации операционного поля.
41. При работе гидрокинетического лазера Миллениум с водно-воздушным спреем разрез наносится:
- лазерным лучом;
  - воздухом;
  - тепловой энергией;
  - заряженными микрочастицами воды;
  - электромагнитным полем.
42. Преимущество лазера заключается:
- в уменьшении кровотечения во время операции;
  - в замене хирургического лечения на консервативное;
  - в замене традиционных хирургических методов лечения;
  - в возможности не накладывать швы на глубокие раны;
  - не имеет преимуществ.

### Эталоны ответов на тестовые задания:

1. d.	10. e.	19. a, d.	28. b, d.	37. b.
2. c.	11. a.	20. b, d.	29. b.	38. a.
3. e.	12. d.	21. a, e.	30. a.	39. d.
4. e.	13. a, d.	22. b.	31. c, e.	40. e.
5. b.	14. c.	23. c.	32. e.	41. d.
6. d.	15. e.	24. a, e.	33. b.	42. a.
7. e.	16. c.	25. e.	34. d.	
8. d.	17. c.	26. b, d.	35. c.	
9. b.	18. d.	27. d, e.	36. e.	

**СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ**  
**(с эталонами ответов)**  
**для слушателей курса**  
**«Лазерные технологии в стоматологии»**

**Ситуационная задача 1**

*Больной Н., 54 года,* обратился с жалобами на неприятный запах изо рта, кровоточивость десен при чистке зубов. При обследовании выявлены отечность и гиперемия десен, нарушение зубодесневого прикрепления, пародонтальные карманы 4–5 мм в области всех зубов. Гигиена полости рта неудовлетворительная. Какой предварительный диагноз? Какие необходимо провести дополнительные методы исследования? План лечения?

**Ответ:**

Хронический генерализованный пародонтит средней степени тяжести. Ортопантограмма, внутриротовые прицельные снимки, общий анализ крови с определением уровня глюкозы в крови. Лечение: обучение правилам гигиены полости рта, подбор средств гигиены, профессиональная гигиена полости рта, закрытый лазерный кюретаж, противовоспалительная медикаментозная терапия.

**Ситуационная задача 2**

*Больная Р., 39 лет,* обратилась с жалобами на болезненную припухлость десны в области 2.6 зуба. Объективно: на вестибулярной поверхности верхней челюсти справа в проекции зуба 2.6, в области фуркации определяется воспалительный инфильтрат, ограниченный, округлой формы, болезненный при пальпации. При зондировании определяется пародонтальный карман 6 мм с гнойным отделяемым. На внутриротовой рентгенограмме определяется разрежение костной ткани в области фуркации зуба 2.6, атрофия костной ткани альвеолярной кости на 1/3 длины корня. Предварительный диагноз? Составьте план лечения.

**Ответ:**

Пародонтальный абсцесс в области зуба 2.6. Вскрытие абсцесса, после купирования воспаления проведение открытого

кюретажа (возможно лазером) или удаление зуба, если воспалительный процесс не купируется.

### **Ситуационная задача 3**

*Больная М., 25 лет*, обратилась с жалобами на чувство дискомфорта и боль в области 3.6, 3.7 зубов. Затруднение при чистке межзубного промежутка. При осмотре выявлен нависающий край пломбы на дистальной поверхности зуба 3.6, десневой сосочек отечен и гиперемирован. Определяется нарушение зубодесневого прикрепления, пародонтальный карман 5 мм. Предварительный диагноз? Какие требуются дополнительные методы обследования? План лечения?

#### **Ответ:**

Хронический локализованный пародонтит средней степени тяжести. Ортопантограмма, прицельная рентгенография. Устранение травмирующего фактора (нависающего края пломбы), закрытый лазерный кюретаж диодным лазером.

### **Ситуационная задача 4**

*Пациентка Б., 29 лет*, обратилась с жалобами на оголение шеек фронтальной группы зубов на нижней челюсти. При осмотре выявлено оголение шеек фронтальной группы зубов на нижней челюсти с вестибулярной стороны в пределах свободной десны, преддверие полости рта 4 мм, при отведении нижней губы определяется выраженное натяжение и побледнение слизистой оболочки в области уздечки нижней губы. Какой предварительный диагноз и план лечения?

#### **Ответ:**

Рецессия 1 класс по Миллеру, мелкое преддверие полости рта, укороченная уздечка нижней губы. Вестибулопластика (возможно лазером), динамическое наблюдение. При необходимости в дальнейшем устранение рецессии.

### **Ситуационная задача 5**

*Пациент Н., 23 года*, обратился в клинику с целью профилактического осмотра. При осмотре выявлено оголение шеек фронтальной группы зубов нижней челюсти с язычной

стороны в пределах свободной десны, ограничение движения языка, натяжение уздечки языка при его движении вверх. Предварительный диагноз и план лечения?

**Ответ:**

Рецессия 1 класс по Миллеру, мелкое преддверие полости рта, укороченная уздечка языка. Вестибулопластика, динамическое наблюдение.

### **Ситуационная задача 6**

*Больной С., 63 года*, обратился с жалобами в ортопедическое отделение на отсутствие зубов на верхней челюсти. Пациенту проведено рентгенологическое исследование зубов, являющихся опорой ортопедической конструкции. При обследовании выявлен участок разрежения костной ткани в проекции верхушки одного зуба с четкими контурами, округлой формы, размером 0,8\*0,5 см. Какой предварительный диагноз? Какие необходимы дополнительные исследования? План лечения?

**Ответ:**

Радикулярная киста. Дополнительные исследования: ЭОД причинного зуба и зубов, пролегающих в полость кисты. Эндодонтическое лечение зубов, операция цистэктомия с одномоментной резекцией верхушки корня причинного зуба.

### **Ситуационная задача 7**

*Больная Н., 28 лет*, обратилась с жалобами на периодические ноющие боли при накусывании 2.1 зуба, возникающий периодически на десне в проекции верхушки корня пузырек с отделяемым. Со слов пациентки зуб 2.1 ранее лечен по поводу осложненного кариеса, канал запломбирован. Составьте план обследования и лечения. Предварительный диагноз?

**Ответ:**

Радикулярная киста верхней челюсти слева или хронический гранулематозный периодонтит. Необходимо провести рентгенологическое исследование, компьютерную томографию. В зависимости от размеров участка разрежения костной ткани в проекции верхушки корня 2.1 зуба провести повторное эндодонтическое лечение, операция резекции верхушки корня

или обработка корневого канала перед пломбированием диодным лазером.

### **Ситуационная задача 8**

*Пациентка М., 44 года,* обратилась с жалобами на боль в области нижней челюсти слева, припухлость левой щечной области. Из анамнеза: 2 дня назад беспокоили боли при накусывании. В полости рта на окклюзионной и дистальной контактной поверхности зуба 3.4 определяется пломба в неудовлетворительном состоянии, перкуссия зуба слабоболезненна. В проекции верхушки корня по переходной складке при пальпации определяются воспалительный инфильтрат, флюктуация. На рентгенограмме в проекции верхушки корня 3.4 зуба определяется участок разрежения костной ткани с четкими контурами, округлой формы, размером 1,0\*0,7 см. Предварительный диагноз, план лечения?

#### **Ответ:**

Периостит нижней челюсти слева. В день обращения проводят операцию вскрытия периостального абсцесса с назначением курса антибактериальной терапии. После стихания воспалительных явлений проводят ревизию корневого канала, операцию цистэктомии с одномоментной резекцией верхушки 3.4 зуба.

### **Ситуационная задача 9**

*Пациент С., 42 года,* обратился в клинику с жалобами на ноющие боли. В анамнезе травма 45, 44, 43 зубов в результате удара несколько лет назад. При рентгенологическом исследовании в проекции верхушек корней зубов 4.6, 4.5, 4.4, 4.3 определяется участок разрежения костной ткани размером 3,0\*2,5 см, округлой формы, с четкими контурами, прилегающий к подбородочному отверстию нижней челюсти справа. Какой предварительный диагноз и план лечения?

#### **Ответ:**

Радикулярная киста нижней челюсти справа. Необходимо провести ЭОД зубов, обращенных в полость кисты, эндодонтическое лечение этих зубов. Хирургическое лечение радику-



лярной кисты по типу цистотомии (возможно с применением лазера).

### **Ситуационная задача 10**

*Пациентка О., 22 года,* обратилась с жалобами на дискомфорт при накусывании зуба 3.6, два дня назад проведено лечение зуба по поводу осложненного кариеса. На прицельной рентгенограмме корневые каналы зуба 3.6 obturированы до верхушек, периодонтальная щель расширена до 0,3 мм. Диагноз и ваша тактика?

#### **Ответ:**

Постпломбировочные боли 3.6 зуба. Рекомендовано проведение физиопроцедур, например, амплипульс, ДЕНС-терапия или магнитолазер. Медикаментозная терапия — НПВС по схеме.

## Литература

1. Хирургическая стоматология: учебник/под ред. Т.Г. Робустовой.— Москва, 2010. — 780 с.
2. Физиотерапия и курортология/под ред. В.М. Боголюбов.— Кн. I. — Москва, 2016.— 408 с.
3. Физиотерапия и курортология/под ред. В.М. Боголюбов.— Кн. II. — Москва, 2017.— 312 с.
4. Лукиных, Л.М. Физиотерапия в практике терапевтической стоматологии: учебное пособие/Л. М. Лукиных, О. А. Успенская.— Москва: НГМА, 2010.— 36 с.
5. Ушаков, А.А. Практическая физиотерапия: учебное пособие/А. А. Ушаков.— Москва: МИА, 2009.— 608 с.
6. Ронь, Г.И. Учебно-методическое пособие по физиотерапии стоматологических заболеваний для самостоятельной работы студентов стоматологического факультета/Г.И. Ронь, Ю.В. Мандра, Н.М. Жегалина.— Екатеринбург, 2009.— 52 с.
7. Применение лазеров в стоматологии: учебное пособие по физиотерапии стоматологических заболеваний/под ред. Ю.В. Мандра.— Екатеринбург, 2010.— 72 с.
8. Клинические ситуации с иллюстрациями для итоговой государственной аттестации выпускников медицинских вузов Российской Федерации. Стоматология: учебно-методическое пособие.— Москва, 2008. — 221 с.
9. Физиотерапия стоматологических заболеваний: логико-дидактические схемы практических занятий по физиотерапии/под ред. О.И. Ефанова.— Москва, 2009.— 60 с.
10. Ефанов, О.И. Физические методы лечения заболеваний пародонта: учебное пособие/О.И. Ефанов, Ю.С. Суханова.— Москва, 2010.
11. Тарасенко, С.В. Лазерная пародонтальная хирургия: учебное пособие для системы послевузовского профессионального образования/С.В. Тарасенко, И.В. Тарасенко, Н.М. Лазарихина.— Москва: МГМСУ, 2009.— 60 с.
12. Лазерная хирургия радикальных кист челюстей: учебное пособие для системы послевузовского образования/С.В. Тарасенко, А.В. Пахомова, И.В. Тарасенко, В.Н. Царев, З.И. Савченко, З.И. Евстифеева.— Москва: ГОУ ВПО МГМСУ МЗ; СР РФ, 2011.— 64 с.
13. Терапевтическая стоматология: национальное руководство + CD/под ред. проф. Л.А. Дмитриевой, проф. Ю.М. Максимосвского.— Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2009.— 912 с.

14. Хирургическая стоматология и челюстно-лицевая хирургия: национальное руководство + CD. — Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010.— 928 с.

## Дополнительная литература

1. Боголюбов, В.М. Техника и методики физиотерапевтических процедур: справочник/В.М. Боголюбов.— Москва, 2006.— 405 с.

2. Москвин, С.В. Основы лазерной терапии/С.В. Москвин, В.А. Буйлин.— Тверь, 2006.— 256 с.

3. Муравянникова, Ж.Г. Основы стоматологической физиотерапии/Ж.Г. Муравянникова.— Ростов-на-Дону: Феникс, 2003.— 320 с.

4. Афанасьев, В.В. Стоматология. Запись и ведение истории болезни: практическое руководство/В.В. Афанасьев, Г.М. Барер, Т.И. Ибрагимов.— Москва: ФГОУ ВУНМЦ, 2006.— 320 с.

5. Афанасьев, В.В. Травматология челюстно-лицевой области/В.В. Афанасьев.— Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2010.— 256 с.

6. Грудянов, А.И. Заболевания пародонта/А.И. Грудянов.— Москва: Медицинское Информационное Агентство, 2009.— 336 с.

7. Стоматологическая заболеваемость населения России. Состояние твердых тканей зубов. Распространенность зубочелюстных аномалий. Потребность в протезировании/под ред. Э.М. Кузьминой.— Москва, 2009.— 236 с.

8. Стоматологическая заболеваемость населения России. Состояние тканей пародонта и слизистой оболочки рта/под ред. О.О. Янушевича.— Москва, 2009.— 228 с.

9. Заболевания пародонта. Современный взгляд на клинико-диагностические и лечебные аспекты/О.О. Янушевич, В.М. Гринин, В.А. Почтаренко, Г.С. Рунова; под ред. О.О. Янушевича.— Москва: Гэотар-Медиа, 2010.— 160 с.

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.: ил.

11. Москвин, С.В. Лазерная терапия аппаратами серии «Матрикс»: Избранные методики/С.В. Москвин, В.А. Буйлин.— Тверь: Триада, 2006.— 210 с.

**Мандра Юлия Владимировна  
Абдулкеримов Хийир Тагирович  
Светлакова Елена Николаевна  
Григорьев Сергей Сергеевич  
Жегалина Наталья Максовна  
Семенцова Елена Анатольевна  
Власова Мария Ивановна  
Болдырев Юрий Анатольевич  
Котикова Анастасия Юрьевна  
Ивашов Александр Сергеевич  
Легких Александр Владимирович  
Абдулкеримов Тимур Хийирович  
Диомидов Илья Андреев**

**ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ  
В СТОМАТОЛОГИИ**

**УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ  
ДЛЯ СТУДЕНТОВ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА,  
ОРДИНАТОРОВ, ПРАКТИКУЮЩИХ ВРАЧЕЙ**

ISBN 978-5-89895-933-3



*Редактор Суворова Любовь Владимировна  
Корректор Горбунова Елена Леонидовна  
Оформление, верстка Амромин Илья Михайлович*

Оригинал-макет подготовлен:  
Издательский Дом «ТИРАЖ»  
г. Екатеринбург  
Тел.: +7 (908) 920-84-78  
E-mail: ps-press@mail.ru  
www.dental-press.ru