

О.К.СКОБЕЛКИН , В.И.КОЗЛОВ,
А.В.ГЕЙНИЦ, Н.А.ДАНИЛИН, В.А.ДЕРБЕНЕВ

**ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНЫХ
ХИРУРГИЧЕСКИХ АППАРАТОВ «ЛАНЦЕТ»
В МЕДИЦИНСКОЙ ПРАКТИКЕ**
(Пособие для врачей)

**Москва
2002г.**

Данная книга представляет собой практическое руководство по применению лазерных хирургических аппаратов серии «Ланцет» в различных областях медицинской практики. Она подготовлена ведущими сотрудниками Государственного научного центра лазерной медицины Минздравмедпрома РФ и обобщает опыт отечественных и зарубежных специалистов по использованию излучения СО₂-лазера в различных областях медицины. Особое внимание в книге уделено взаимодействию лазерного излучения с биотканями при различных режимах воздействия: непрерывном, импульсно-периодическом и режиме «Медипульс», применение которого позволяет минимизировать термическое повреждение тканей; возможностям и конкретным методикам использования лазерных хирургических аппаратов серии «Ланцет» при различных заболеваниях в общей хирургии, кожно-пластической хирургии, гинекологии, урологии, а также при лечении больных в амбулаторных условиях.

Книга рассчитана прежде всего на практических врачей различных специальностей, а также на слушателей факультетов усовершенствования врачей и специализированных курсов по лазерной медицине.

Пособие подготовлено по заказу Конструкторского бюро приборостроения, г.Тула, выпускающего лазерные хирургические аппараты серии «Ланцет».

© О.К. СКОБЕЛКИН
В.И. КОЗЛОВ,
А.В.ГЕЙНИЦ,
Н.А. ДАНИЛИН,
В.А.ДЕРБЕНЕВ, 1996

Введение

Лазеры, или оптические квантовые генераторы, нашли применение в современной медицинской практике благодаря широкому спектру действия, оказываемому лазерным излучением на биологические ткани. Особенно эффективно применение их в хирургической практике, когда используются высокоэнергетические световые потоки.

Лазер - это техническое устройство, испускающее свет в очень узком спектральном диапазоне в виде направленного поляризованного пучка электромагнитных волн. Само слово "**лазер**" является аббревиатурой английского термина *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*, что в переводе означает усиление света вынужденным излучением.

Использование лазеров в медицине основывается на взаимодействии света различной мощности с биологическими тканями. В зависимости от характера этого взаимодействия различают три вида фотобиологических эффектов:

1. *невозмущающее воздействие*, когда биологические ткани не изменяют своих свойств в процессе взаимодействия со светом;
2. *фотодеструктивное воздействие*, когда фотофизическое воздействие света на биологические ткани, связанное с их нагреванием и абляцией, используют для различных видов деструкции;
3. *фотохимическое воздействие*, при котором поглощенная биотканями энергия квантов света индуцирует фотохимические реакции активации, распада и синтеза биомолекул.

Применение лазеров в хирургической практике имеет ряд своих преимуществ, обусловленных спецификой воздействия лазерного излучения на биологические ткани. Монохроматичность, направленность и когерентность лазерного излучения, а также возможность высокой концентрации световой энергии в малых объемах позволяют избирательно воздействовать на биологические ткани и дозировать степень этого воздействия от коагуляции до их испарения и разреза (О.К. Скобелкин, 1989). Лазерное излучение позволяет визуально контролировать процесс деструкции тканей, минимизировать объем их повреждения, получить хороший гемостаз по ходу разреза, наконец, обеспечить более качественное и быстрое заживление раны после оперативного вмешательства. Клинические преимущества применения лазеров в хирургии сопряжены с меньшими кровопотерями во время операций, улучшением репаративных процессов в области оперативных вмешательств, сокращением сроков госпитализации и, как следствие этого, снижение экономических затрат на лечение. Во многих

случаях только с помощью лазеров можно осуществить необходимые оперативные манипуляции, которые невозможны при "других" способах лечения.

Среди прочих лазерных хирургических аппаратов СО₂-лазеры, генерирующие ИК излучение с длиной волны 10,6 мкм, наиболее широко используются в мировой хирургической практике, так как надежно зарекомендовали себя как "лазерные скальпели". На российском рынке медицинской техники СО₂-лазерный хирургический аппарат (ЛХА) «Ланцет», разработанный Конструкторским бюро приборостроения (г.Тула) представляет собой прекрасный пример технического воплощения лучших достижений в создании медицинских лазеров, не уступающих по своим параметрам зарубежным аппаратам. ЛХА серии «Ланцет» отличаются высокой спектральной чистотой на длине волны 10,6 мкм, высокой степенью когерентности излучения, возможностью работы как в непрерывном, так и в импульсном режимах, а также целым рядом других технических достоинств, облегчающих работу врача.

ЛХА «Ланцет» разрешен к серийному производству и применению в медицинской практике Комитетом по новой медицинской технике Минздравмедпрома РФ (протокол № 7 от 18.08.94). По заключению Всероссийского НИИ медицинской техники и Берлинского лазерного медицинского центра ЛХА серии «Ланцет» абсолютно безопасны в эксплуатации. ЛХА «Ланцет» допущен к эксплуатации в отечественных и зарубежных клиниках (Сертификат соответствия № 01366223 Госстандарта России; Постановление по безопасности медицинской техники, запись №22 от 25.03.93 г.Дюссельдорф; сертификат № 08/М-056/93).

Данное пособие разработано сотрудниками ГНЦ лазерной медицины Минздравмедпрома РФ и обобщает многолетний опыт авторов по применению СО₂-лазеров в хирургической практике. Наряду с этим в книгу включены некоторые опубликованные методические материалы, характеризующие применение СО₂-лазеров в различных областях медицины, которые основываются на лучших достижениях ведущих лазерных хирургов: профессора Д.Г.Чирешкина по лазерной эндоскопической хирургии верхних дыхательных путей, профессора Н.М.Побединского по применению лазеров в гинекологии и других специалистов. Пособие состоит из двух частей. В первой части изложены общие вопросы рационального использования ЛХА серии «Ланцет» в медицинской практике, взаимодействие излучения СО₂-лазера с биотканями, преимущества различных режимов лазерного излучения, осо-

бенности заживления лазерных ран. Во второй части изложены апробированные методические приемы использования излучения СО₂-лазера в различных областях медицины применительно к ЛХА серии "Ланцет".

Предлагаемое пособие рассчитано на подготовленного врача, прошедшего курсы специализации по лазерной медицине. Авторы надеются, что изложенные и систематизированные в книге материалы помогут практическим врачам в освоении новых методических приемов в лечении различных заболеваний и расширении сфер применения ЛХА «Ланцет» в медицинской практике.

Глава 1

ЛАЗЕРНЫЕ ХИРУРГИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ СЕРИИ "ЛАНЦЕТ"

ЛХА серии «Ланцет» - это лазерные хирургические установки нового поколения, позволяющие работать с непрерывным и импульсным излучением СО₂-лазера. Они отвечают самым современным требованиям, предъявляемым к хирургическим лазерным установкам как по своим техническим возможностям, так и по обеспечению оптимальных условий труда хирурга, простоте управления лазерным излучением и дизайну.

ЛХА данной серии выпускаются в двух модификациях:

- «Ланцет-1» - горизонтальной компоновки, портативный, имеет оригинальную упаковку в виде кейса (рис. 1).
- «Ланцет-2» - вертикальной компоновки, имеет повышенный радиус операционного пространства (рис. 1).

ЛХА «Ланцет» включает лазерно-энергетический блок, в котором генерируется лазерное излучение, зеркально-линзовый шарнирный манипулятор, с помощью которого доставляется лазерное излучение к месту воздействия на биоткани.



Рис.1. Лазерные хирургические аппараты
«Ланцет-1» (горизонтальный) и «Ланцет-2» (вертикальный)

Газовый CO_2 -лазер, на базе которого сконструирован ЛХА "Ланцет", выделяется среди других типов лазеров спектральной чистотой, высокой степенью когерентности излучения. В данном лазере генерация излучения происходит за счет перехода молекул CO_2 из возбужденного состояния в невозбужденное на длине волны 10,6 мкм. Пульт управления обеспечивает оперативное управление параметрами лазерного излучения, а также автоматический контроль мощности излучения. Микропроцессорная система управления параметрами лазерного излучения имеет простой и интуитивно понятный алгоритм управления. Включение лазерного излучения осуществляется ножной педалью. В конструкции ЛХА "Ланцет" предусмотрена возможность поддува инертного газа через наконечник манипулятора в зону оперативного вмешательства. Система охлаждения лазера - автономная, встроенная, замкнутая, воздушно-жидкостная.

В таблице 1 дано сопоставление основных технических характеристик установок «Ланцет-1» и «Ланцет-2».

Таблица 1

Характеристика лазерных хирургических аппаратов серии "Ланцет"

Техническая характеристика	«Ланцет-1»	«Ланцет-2»
Длина волны излучения, мкм	10,6	
Выходная мощность излучения (регулируемая), Вт	0,1 - 20	
Мощность в режиме «Медипульс», Вт	50	
Фокусировка лазерного луча, мм	0,2; 0,3; 0,5	
Наведение излучения	диодный лазер, 2 мВт	
Режим излучения	непрерывный, импульсно-периодический «Медипульс»	
Экспозиция (регулируемая)	5 - 995 с	
Длительность импульса (регулируемая), с	0,01 - 2,0	
Длительность паузы между импульсами (регулируемая), с		0,01 - 2,0
Пульт управления	выносной	встроенный
Включение излучения	ножная педаль	
Удаление продуктов сгорания	система эвакуации дыма *	
Радиус операционного пространства, мм	1000	1200
Система охлаждения	автономная, воздушно-жидкостная	
Размещения в операционной	настольное	напольное
Электропитание, В, Гц, Вт	220; 50; 700	220; 50; 1000 110; 60; 700
Габариты, мм	555x410x225	955x305x270
Масса, кг	25	26

* - поставляется по отдельному заказу

В наконечнике манипулятора вмонтирована оптическая система, обеспечивающая фокусировку лазерного излучения. В ЛХА «Ланцет» предусмотрена возможность ступенчатого изменения размера светового пятна в точке фокусировки: 0,2; 0,3 и 0,5 мм. Это позволяет менять плотность мощности лазерного излучения в точке фокусировки и ширину разреза биологических тканей. Переключение размеров светового пятна выполняется автоматически с помощью сменных линз в формирующей оптической системе, переключаемых дистанционно с пульта управления при помощи электромагнитного привода. Точка фокусировки находится на расстоянии 20 мм от конуса наконечника.

Сам наконечник съемный, выполнен из нержавеющей стали и может стерилизоваться в химических растворах или термическим способом.

Наведение невидимого излучения СО₂-лазера на биообъект осуществляется с помощью излучения диодного лазера мощностью 2 мВт, используемого в качестве пилота. Непосредственно фокусировка лазерного излучения на поверхности биообъекта производится хирургом по мере приближения наконечника манипулятора к биообъекту. Пилотное излучение видно на поверхности биообъекта в виде двух красных пятен, когда луч СО₂-лазера расфокусирован. При достижении фокальной точки основного излучения СО₂-лазера видимые пятна пилотного излучения совмещаются в одно пятно.

ЛХА серии «Ланцет» имеют интуитивно понятную логику управления лазерным излучением; аварийные последствия при ошибочных действиях оператора автоматически предотвращаются.

Параметры лазерного излучения задаются с пульта управления. В ЛХА «Ланцет-1» он выносной, а в ЛХА «Ланцет-2» - встроенный в лазерный модуль (рис.2).

В ЛХА серии «Ланцет» предусмотрена ступенчатая регулировка мощности лазерного излучения в диапазоне от 0,1 до 20 Вт; шаг регулировки мощности 0,1 Вт. Контроль мощности лазерного излучения осуществляется автоматически; индикация мощности выведена на пульт управления. Экспозиция лазерного излучения устанавливается в пределах 5 - 995 с.

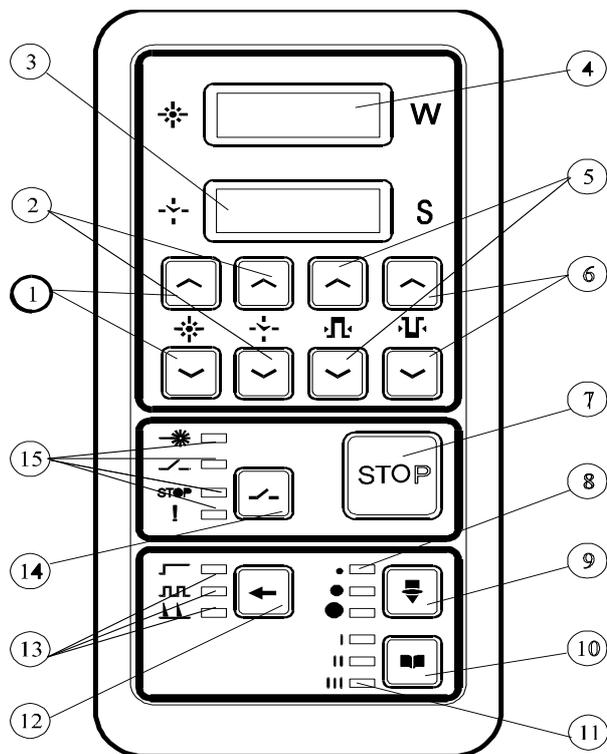


Рис. 2. Пульт управления ЛХА «Ланцет»

- | | |
|--|---|
| 1. Кнопки задания мощности излучения | 8. Индикаторы размера пятна |
| 2. Кнопки задания времени излучения | 9. Кнопка переключения размера пятна |
| 3. Индикатор времени излучения | 10. Кнопка переключения страниц памяти |
| 4. Индикатор мощности излучения | 11. Индикаторы страниц памяти |
| 5. Кнопки задания длительности импульсов | 12. Кнопка переключения режима излучения |
| 6. Кнопки задания паузы между импульсами | 13. Индикаторы режимов излучения |
| 7. Кнопка “STOP” излучение лазера. | 14. Кнопка готовности включения излучения педалью |
| | 15. Индикаторы работы лазера |

Выбор непрерывного или импульсного режима излучения осуществляется с пульта управления нажатием соответствующей кнопки. Длительность импульсов и паузы между ними регулируется от 0,01 до 2,0 с; шаг регулировки - 0,01 с. Наряду с импульсно-периодическим режимом имеется режим «Медипульс» - суперимпульсный режим, при котором длительность импульса составляет 0,5 мс (500 мкс), энергия импульса - 20 мДж. Индикация заданных режимов излучения осуществляется свечением соответствующих светодиодов на пульте управления.

В ЛХА «Ланцет» имеется специальная система блокировки лазерного излучения в тех случаях, когда это необходимо. Она включается нажатием кнопки «Stop» на пульте управления или специальной «аварийной кнопкой» на верхней панели аппарата, при этом излучение СО₂-лазера отключается при любом режиме работы установки. В случае возникновения аварийного состояния лазера срабатывает автоматическая система блокировки лазерного излучения. Во избежание повреждения лазерным излучением посторонних лиц во время операции предусмотрена система блокировки излучения от дверей.

Выбранные параметры лазерного излучения можно записать в память. Память организована по принципу записной книжки с тремя страницами, которые "перелистываются" путем нажатия соответствующей кнопки на пульте управления. На каждой странице можно записать и при необходимости корректировать параметры и режимы лазерного воздействия, соответствующие определенным этапам операции. Для оперативности и удобства работы хирурга можно запрограммировать работу ЛХА до начала операции.

ЛХА серии «Ланцет» совместимы с операционным микроскопом, кольпоскопом, лапароскопом и другим хирургическим оборудованием, что значительно расширяет сферу их медицинского применения. Для микрохирургических операций предусмотрен специальный микроманипулятор к оптико-механическому манипулятору ЛХА. По желанию заказчика производится стыковка ЛХА «Ланцет» с кольпоскопами и микроскопами как отечественного, так и зарубежного производства.

Для удаления продуктов сгорания имеется система эвакуации и утилизации дыма, поставляемая по отдельному заказу.

Выпускается широкий перечень дополнительных инструментов.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ СО₂-ЛАЗЕРА С БИОТКАНЯМИ

При взаимодействии лазерного излучения с биологическими тканями имеют место различные эффекты, возникающие при прохождении света через неоднородную (так называемую, мутную) среду. Часть падающего на биообъект лазерного излучения отражается от него (обратное рассеивание), что происходит из-за несоответствия коэффициентов преломления света тканями и окружающей их средой. Проникающее в ткани лазерное излучение подвергается многократному рассеиванию (рассеивание вперед или прямое рассеивание) и поглощению различными биологическими структурами (рис.3). При этом могут возникать и другие эффекты, связанные со вторичным излучением (флуоресценция и фосфоресценция) или возникновением волн сжатия и упругого удара, когда на ткани воздействуют мощным электромагнитным полем лазерного излучения.

Поглощение световой энергии тканями является ключевым моментом и от него непосредственно зависит выраженность последующих процессов. Само поглощение света основывается на фотобиологическом эффекте и определяется комплиментарностью его длины волны поглощающим субстанциям в биотканях. Взаимодействие излучения СО₂-лазера с биотканями непосредственно зависит от содержания в них воды, которая является основной поглощающей субстанцией световых квантов на длине волны 10,6 мкм. Под влиянием поглощенной энергии ИК-лазерного излучения усиливаются колебательные процессы в молекулах воды, в результате чего возрастает температура в тканях.

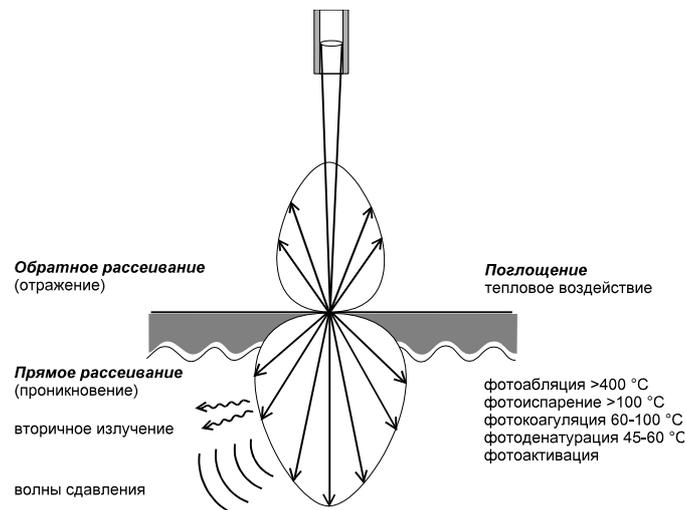


Рис.3. Взаимодействие высокоэнергетического лазерного излучения с биотканями

Высокое содержание воды в тканях организма (70-80% от веса органов) во многом объясняет тот факт, что при воздействии CO₂-лазерного излучения на биоткани преобладают термические эффекты, на использовании которых преимущественно и основывается применение лазеров в хирургической практике. На рисунке 3 воспроизведены фотоэффекты и температурные параметры, при которых происходит денатурация белков, коагуляция и испарение тканей. Степень выраженности фототермического действия, равно как и морфологических изменений в тканях, зависит от энергетических параметров лазерного излучения. При слабой концентрации световой энергии, а также в глубоких слоях тканей, где интенсивность лазерного воздействия резко ослабевает, преобладают фотохимические реакции, обуславливающие эффект фотоактивации клеток.

Первичный акт поглощения фотонов, равно как и последующие акты межмолекулярного переноса энергии, а также фототермические и фотохимические изменения тканей, занимают доли секунды. Биологический ответ организма на лазерное воздействие формируется за более длительный временной период от секунд до часов. Достижение же конечного лечебного результата занимает несравнимо более длительный промежуток времени, исчисляемый днями.

Воздействие высокоэнергетического лазерного излучения непосредственно зависит от оптического проникновения света в ткани и тепловой диффузии. Эффективная глубина оптического проникновения излучения CO₂-лазера в биоткани обычно не превышает 50 мкм, хотя возможны вариации в зависимости от оптической плотности и однородности различных тканей. Вообще глубина проникновения света в ткани является функцией длины волны, что определяет выбор конкретного лазера для тех или иных лечебных воздействий.

Распределение тепловой энергии в объеме ткани (ее тепловой разогрев) существенно влияет на структурные изменения в тканях (рис. 4а).

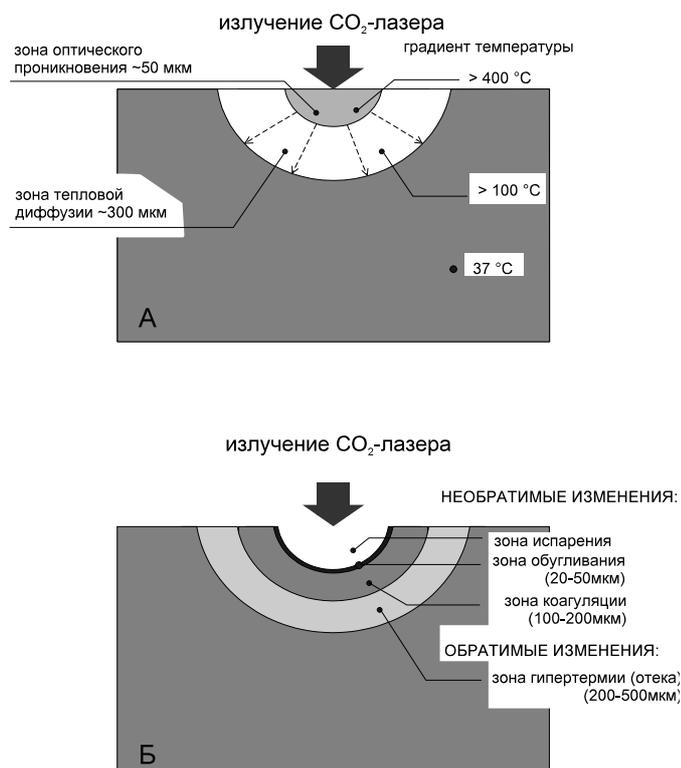


Рис. 4. Воздействие на биоткани CO₂-лазерного излучения
 А - оптическое проникновение и тепловая диффузия
 Б - зоны структурных изменений

При температуре больше 400°C происходит термическое удаление (выгорание) ткани, сопровождающееся испарением их жидкой и карбонизацией (обугливанием) твердой фаз. При температуре больше 800°C подвергшийся лазерному воздействию участок полностью выгорает, что выражается в разъединении (или разрезе) ткани. Глубина разреза определяется скоростью перемещения границ слоя разрушения вглубь ткани.

От линии разреза до участка неизмененных тканей устанавливается градиент температур от 120°C на поверхности карбонизированного участка ткани до 37°C - температуры нативной ткани. В соответствии с тепловой диффузией формируются зоны обугливания и коагуляции. Будучи связанными с необратимыми изменениями тканей они в последующем образуют зону некроза (рис.4б). При правильной обработке тканей CO₂-лазером зона коагуляционного некроза обычно не превышает 200 мкм от линии разреза. Образование зоны коагуляции играет исключительно важную роль в гемостазе по ходу лазерного разреза, с чем связано огромное преимущество лазерной хирургии, дающей возможность хирургу оперировать практически на сухом поле. При операциях на паренхиматозных органах для полного гемостаза необходимо формирование зоны коагуляции до 1000 - 1500 мкм (Е.И.Брехов, Ю.Г.Пархоменко, 1989). Увеличение зоны коагуляции естественно повлечет расширение зоны некроза. Без резкой границы зона коагуляции переходит в зону обратимых изменений (или отека), в которой преобладают реактивные изменения микрососудов. Ширина этой зоны колеблется от 200 до 500 мкм.

Тепловая диффузия в тканях существенно зависит от их теплопроводности и васкуляризации, так как тепло передается путем проводимости через ткань и путем конвекции через кровеносную систему. Уменьшить при лазерной хирургии теплопередачу путем конвекции позволяют специальные лазерные компрессионные инструменты, разработанные О.К.Скобелкиным (1975, 1989).

Как тепловая диффузия, так и зона теплового некроза существенно зависят от выбранных параметров лазерного излучения. Минимизировать зону некротических изменений можно за счет рационального подбора параметров импульсно-периодического режима и применения режима «Медипульс», что будет рассмотрено в следующей главе. Глубина проникновения тепла в ткани тем меньше, чем короче время тепловой диффузии. Так, при времени воздействия излучения CO₂-лазера на ткани в течение 1 с глубина тепловой диффузии состав-

ляет порядка 720 мкм, при времени воздействия 0,01 с (10 мс) - 72 мкм, при времени воздействия 0,001 (1 мс) - 23 мкм, при времени воздействия 0,0001 с (100 мкс) - 7,2 мкм (G.Müller, 1989).

В таблице 2 приведены различные виды лазерного удаления тканей, а также основные механизмы фотовоздействия, их обуславливающие, и те параметры лазерного излучения, от которых они непосредственно зависят.

Таблица 2

Различные виды лазерного удаления биотканей.

(G. Müller, 1989)

Виды повреждения тканей	механизм фотовоздействия	Основные параметры лазерного излучения
Некроз	фотохимический, тепловой	плотность энергии > 10 Дж /см ²
Коагуляция	фототермический	плотность мощности 10 ² - 10 ³ Вт/см ²
Испарение	фототермический	плотность мощности 10 ⁴ - 10 ⁵ Вт /см ²
Фотоабляция	быстрый взрыв (нетермический)	высокоэнергетические короткие импульсы <1мс; >10 Дж/см ²
Фоторазрыв	оптический пробой (нетермический)	очень высокая импульсная плотность энергии <1мкс; >10 Дж/см ²

Как видно из таблицы, повышение мощности лазерного излучения и концентрация лазерной энергии в короткие импульсы позволяет добиться снижения теплового воздействия на биоткани, а также получить нетермические эффекты по типу быстрого взрыва (фотоабляция) или оптического пробоя (фоторазрыв). Для усиления фототермического воздействия на ткани преимущественное значение имеет наращивание плотности мощности и энергетической плотности светового потока на единицу площади ткани.

Высокая концентрация световой энергии в лазерном луче достигается за счет его фокусировки в световое пятно. Это важнейший параметр лазерного излучения, регулируемый хирургом. В ЛХА «Ланцет» предусмотрена ступенчатое автоматическое переключение фокусировки лазерного излучения. Поскольку СО₂-лазер одномодовый, то

основной поток энергии сосредоточен в центральной части пятна (86% выходной мощности). По уровню энергии $1/e^2$ (т.е. 86% выходной мощности) размер светового пятна устанавливается на 0,2; 0,3 или 0,5 мм в диаметре. В таблице 3 приведены значения плотности мощности лазерного излучения в фокальной точке при различных размерах светового пятна и разных уровнях мощности лазерного излучения. Фокальная точка расположена на расстоянии 20 мм от конца наконечника манипулятора.

Таблица 3

Плотность мощности (кВт/см²) в точке фокусировки при непрерывном режиме излучения

Диаметр пятна, мм	Мощность излучения, Вт							
	1	2	3	4	5	10	15	20
0,2	3,2	6,4	9,6	12,7	16,0	32,0	48,0	64,0
0,3	1,4	2,8	4,3	5,7	7,1	14,3	21,4	28,6
0,5	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	5,1	7,6	10,2

Примечание: Для удобства работы в таблице даны округленные значения плотности мощности. Расчет плотности мощности (W) производится по формуле: $W = P/S$, где P - устанавливаемая выходная мощность в Вт; S - площадь пятна в см²; вычисляемая как площадь круга: $S = \pi D^2/4$.

Выбор размеров светового пятна определяется не только создаваемой в зоне обработки тканей плотностью энергии, но и желаемым характером их разрушения, так как при более широком пятне на поверхности тканей будет формироваться больший по ширине дефект (рис. 5).

На рисунке также показано, что при удалении ткани на значительном участке формирование дефекта способом наложения "канавки за канавкой" лазерный луч проводится таким образом, чтобы каждая последующая канавка частично перекрывала ранее проложенную.

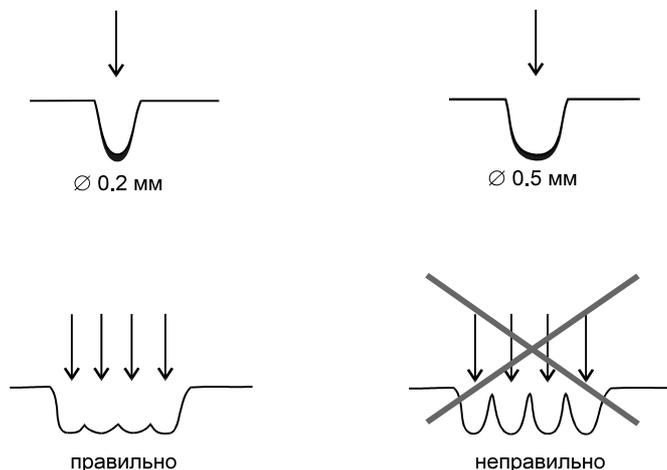


Рис.5. Формирование дефекта на поверхности органа под воздействием лазерного излучения при различном диаметре светового пятна и разных способах ведения «канавки»

Нередко требуется обрабатывать ткани расфокусированным лазерным лучом. Для этого наконечник манипулятора отодвигается от поверхности биообъекта. При этом следует учитывать, что плотность мощности при расфокусировке уменьшается обратно пропорционально квадрату расстояния от фокальной точки до облучаемой поверхности. На рисунке 6 показаны особенности воздействия на биоткани сфокусированного и расфокусированного луча CO_2 -лазера (мощностью 10 Вт). При высокой плотности мощности в точке фокусировки ($32 \times 10^3 \text{ Вт/см}^2$) (диаметр пятна 0,2 мм) имеет место быстрое удаление ткани в области воздействия и формирование разреза; при этом зона термического повреждения тканей ограничена. Применение импульсно-периодического режима с короткими импульсами позволяет минимизировать зону термического повреждения тканей. Режим «Медипульс» еще в большей мере снижает термическое воздействие на биоткани, а их удаление происходит по типу, приближающемуся к нетермической фотоабляции.

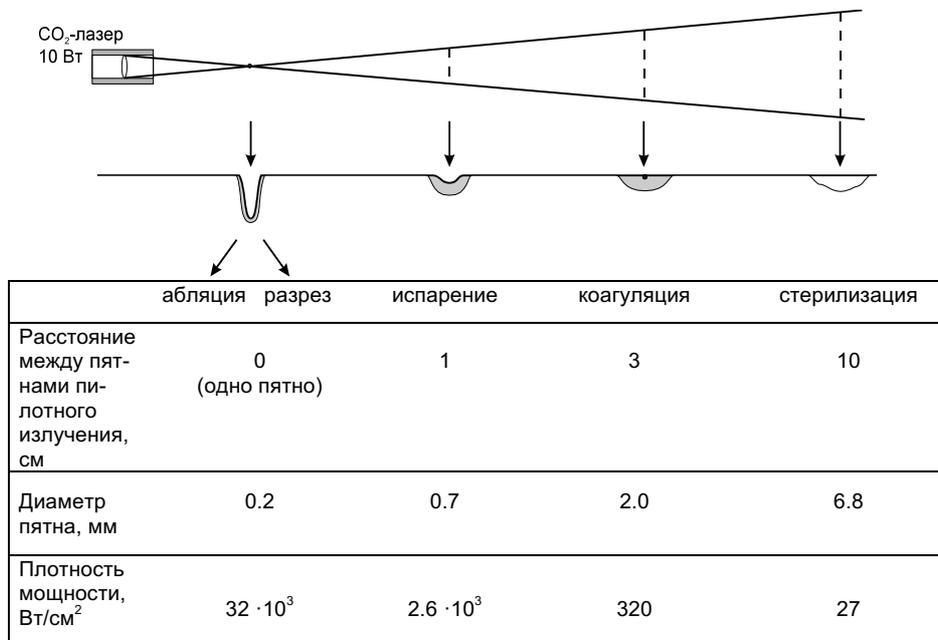


Рис. 6. Воздействие на биоткани сфокусированным и расфокусированным лучом CO₂ лазера ЛХА «Ланцет» (мощность излучения 10 Вт, диаметр пятна 0,2 мм).

Увеличение размеров светового пятна до 0,3 и 0,5 мм осуществляется автоматически с пульта управления; достигаемые при этом параметры плотности мощности указаны в таблице 3. При расфокусировке лазерного луча до 0,7 мм в диаметре плотность мощности снижается до $2,6 \times 10^3$ Вт/см² (расстояние между пятнами пилотного излучения - 1 см). При такой мощности скорость испарения тканей снижается, однако наиболее эффективно используется тепловой разогрев тканей с четким формированием зоны коагуляции, величину которой можно варьировать, изменяя время контакта лазерного излучения с биотканями. При расфокусировке лазерного луча до 2 мм в диаметре плотность мощности составляет 320 Вт/см² (расстояние между пятнами пилотного излучения - 3 см). При таких параметрах лазерного излучения имеет место относительно слабое тепловое воздействие на биоткани, приводящее к формированию зоны коагуляции в самых поверхностных слоях. При расфокусировке лазерного луча до пятна с диаметром 6,8 мм (расстояние между пятнами пилотного излучения - 10 см) плотность мощности

снижается до 27 Вт/мм², используемой для стерилизации поверхности ран.

В таблице 4 приведены параметры плотности мощности при различной степени расфокусировки излучения СО₂-лазера с исходным размером светового пятна 0,2; 0,3 и 0,5 мм. Следует отметить, что в конечном итоге степень расфокусировки лазерного излучения подбирается каждым хирургом в зависимости от желаемого результата опытным путем.

Таблица 4

Диаметр пятна (мм) и плотность мощности (Вт/см²) при различной степени расфокусировки СО₂-лазерного излучения (исходная мощность 1 Вт)

Параметр	Расстояние между пятнами пилотного излучения, см						
	0 (точка фокуса)	0,5	1	2	3	5	10
диаметр пятна, мм	0,2	0,4	0,7	1,3	2,0	3,4	6,8
плотность мощности, Вт/см ²	3,2×10 ³	833	260	75	32	11	2,7
диаметр пятна, мм	0,3	0,37	0,54	0,95	1,38	2,27	4,5
плотность мощности, Вт/см ²	1,4×10 ³	935	435	141	67	2,5	6,3
диаметр пятна, мм	0,5	0,52	0,57	0,74	0,95	1,44	2,9
плотность мощности, Вт/см ²	0,5×10 ³	476	392	233	141	61	15

Примечание: При увеличении мощности лазерного излучения от 1 до 20 Вт, указанные в таблице значения возрастают пропорционально установленной мощности.

Глава 3

РЕЖИМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ СО₂-ЛАЗЕРОМ

Описанные в предыдущей главе различные виды повреждения тканей зависят не только от плотности мощности лазерного излучения, но и от времени его взаимодействия с биотканями, т.е. дозы лазерного воздействия. Как известно, энергетическая доза определяется как произведение мощности воздействующего лазерного излучения на время его воздействия с биотканями и исчисляется в джоулях (Дж) ($1 \text{ Дж} = 1 \text{ Вт} \times 1 \text{ с}$). Поскольку не существует универсальных режимов лазерного воздействия на различные ткани, то подбор его оптимальных параметров осуществляется хирургом и решается в плоскости определения достаточности энергетической плотности лазерного излучения и времени его взаимодействия с биотканями. Время взаимодействия лазерного излучения с биотканями существенно зависит от выбираемого режима излучения.

ЛХА серии «Ланцет» позволяют работать хирургу как с непрерывным, так и импульсными режимами. Это значительно расширяет возможности подбора оптимальных параметров воздействия лазерного излучения на разных этапах оперативного вмешательства.

Непрерывный режим. При непрерывном режиме излучения установленная мощность достигается при включении излучения педалью и сохраняется на установленном уровне в течение всего периода пока она нажата (рис. 7).

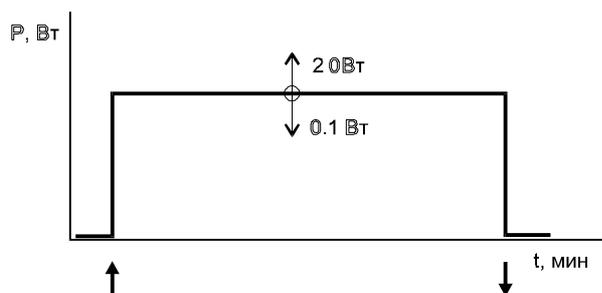


Рис. 7. Непрерывный режим (стрелками обозначено включение и выключение педалью лазерного излучения)

При таком режиме создается равномерное световое воздействие на облучаемую поверхность и подлежащие ткани, а также относительно глубокое проникновение тепла в ткани. Мощность лазерного

излучения и величина экспозиции, как уже отмечалось выше, регулируются с пульта управления. Время контакта лазерного излучения с биотканью является важным параметром, влияющим на тепловую диффузию в тканях. Оно непосредственно зависит от скорости ведения лазерного луча по поверхности обрабатываемых тканей, а также скорости прохождения вглубь тканей. При скорости разреза тканей 10 мм/с лазерным лучом 0,2 мм время его контакта с тканями составляет примерно 0,02 с. Замедление скорости движения лазерного луча приведет к увеличению карбонизации тканей и образованию глубокой зоны коагуляции. Скорость разреза тканей лазерным лучом на разных этапах операции подбирается хирургом опытным путем в зависимости от желаемых качества разреза и глубины тепловой диффузии при выбранных параметрах лазерного излучения.

Импульсно-периодический режим. В ЛХА «Ланцет» импульсно-периодический режим формируется путем модуляции непрерывного излучения в короткие прямоугольные импульсы с высокой концентрацией энергии (рис. 8).

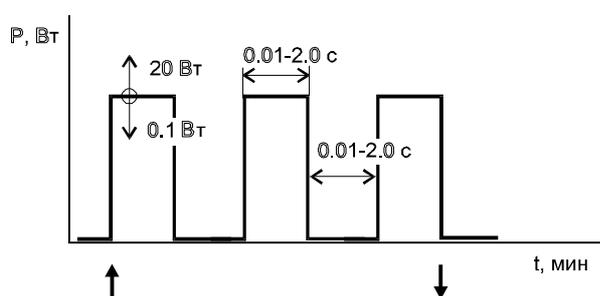


Рис. 8 Импульсно-периодический режим (стрелками обозначено включение и выключение педалью лазерного излучения)

Амплитуда импульса, равно как его длительность и продолжительность паузы между импульсами могут меняться в широких пределах в зависимости от требуемых энергетических параметров воздействия и времени взаимодействия лазерного излучения с биотканями.

В таблице 5 приведен расчет энергии в импульсе при их различной длительности и разной мощности излучения CO₂-лазера.

Таблица 5

Энергия в импульсе (Дж) при различной длительности импульсов и выходной мощности излучения

Длительность импульса, с	Мощность излучения, Вт							
	1	2	3	4	5	10	15	20
0,05	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25	0,5	0,75	1,0
0,1	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0	1,5	2,0
0,2	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	2,0	3,0	4,0
0,3	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	3,0	4,5	6,0
0,4	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	4,0	6,0	8,0
0,5	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	5,0	7,5	10,0
0,6	0,6	1,2	1,8	2,4	3,0	6,0	9,0	12,0
0,7	0,7	1,4	2,1	2,8	3,5	7,0	10,5	14,0
0,8	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0	8,0	12,0	16,0
0,9	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5	9,0	13,5	18,0
1,0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	10,0	15,0	20,0

При концентрации лазерной энергии в относительно короткие и часто повторяющиеся импульсы локальное накопление энергии в тканях и локальный их разогрев происходит быстрее тепловой диффузии, ведущей к распространению тепла на соседние ткани и их термическому повреждению. Поэтому применение импульсно-периодического режима позволяет ограничить объем термического повреждения тканей зоной лазерного воздействия и тем самым минимизировать их деструкцию.

Выбор размеров светового пятна (0,2; 0,3 или 0,5 мм) при импульсно-периодическом режиме будет определяться двумя факторами: во-первых, желаемым размером дефекта тканей; во-вторых, желаемой плотностью энергии на единицу площади обрабатываемого участка ткани. Чем меньше размер пятна, тем выше плотность энергии на единицу площади ткани.

Длительность импульсов и паузы между ними непосредственно связаны с частотой следования импульсов. Как показано в таблице 6, максимально возможная частота следования импульсов в ЛХА «Ланцет-1» при импульсно-периодическом режиме составляет 10 Гц. Эта частота достигается при самых коротких импульсах - 50 мс (0,05 с). В ЛХА «Ланцет-2» при импульсно-периодическом режиме максимально достижимая частота импульсов - 5 Гц.

Таблица 6

Плотность энергии (Дж/мм²)

при импульсно-периодическом режиме
(Выходная мощность 1 Вт, диаметр пятна 0,2 мм)

Длительность импульса, с	Длительность паузы между импульсами, с						
	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	1,0
0,05	15,9	10,6	6,4	4,5	3,5	2,9	1,6
0,1	21,3	15,9	10,6	8,0	6,4	5,3	2,9
0,2	25,6	21,3	15,9	12,8	8,0	9,1	5,3
0,3	27,4	24,0	19,2	15,9	13,7	12,0	7,4
0,4	28,2	25,4	21,2	18,1	15,9	14,1	9,1
0,5	28,9	26,5	22,7	19,8	17,7	15,9	10,6
0,6	29,4	27,3	23,9	21,2	19,1	17,4	11,9
0,7	29,7	27,9	24,8	22,3	20,3	18,5	13,1
0,8	29,9	28,2	25,4	23,1	21,2	19,5	14,1
0,9	30,2	28,6	26,1	23,9	22,1	20,5	15,1
1,0	30,3	28,9	26,5	24,5	22,7	21,2	15,9

Примечание: Расчет плотности энергии (D/S) производится по формуле: $D/S = P/S \cdot \text{тимп} / [1c / (\text{тимп} + \text{пауз})]$; где P - мощность излучения в Вт; t имп и t пауз - длительность импульса и паузы между импульсами, с; S - площадь пятна в мм^2 . При увеличении мощности излучения, длительности импульсов и паузы между ними, а также диаметра пятна плотность энергии пропорционально изменится.

Из таблицы 6 также видно, что при разной частоте следования импульсов достигается разная плотность энергетического воздействия на ткани, от которой непосредственно зависит степень и глубина их деструкции при импульсно-периодическом режиме воздействия. Очевидно и то, что одна и та же плотность энергии может быть достигнута как при высокой частоте коротких импульсов, так и при меньшей частоте более длительных импульсов. При выборе из двух этих вариантов при прочих равных условиях предпочтение должно быть отдано режиму с большей частотой следования коротких по продолжительности импульсов, поскольку в этом случае будет более короткое время локального разогрева ткани и меньшая глубина тепловой диффузии на соседние ткани. Таким образом, при импульсно-периодическом режиме лазерного воздействия оптимальная плотность энергии регулируется длительностью импульсов и длительностью паузы между ними.

Режим «Медипульс». Применяемый в ЛХА «Ланцет» режим «Медипульс» является оригинальным режимом воздействия излучения CO₂-лазера на биоткани. Он отличается высокой степенью концентрации лазерной энергии (20 мДж) в очень короткие импульсы (длительность импульса - 500 мкс). За счет изменения длительности паузы между импульсами частоту импульсов можно варьировать от 1 до 650 Гц (рис. 9).

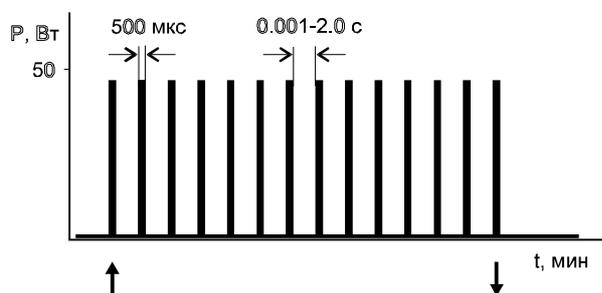


Рис. 9 Режим «Медипульс» (стрелками обозначено включение и выключение лазерного излучения педалью)

При таком режиме воздействия на биоткани создаются условия для их фотодинамической абляции, когда удаление тканей происходит по типу быстрого взрыва без выраженного термического эффекта. Удаление ткани микропорциями происходит настолько быстро, что в зоне лазерного воздействия не успевает распространиться тепло. При режиме «Медипульс» мощность лазерного излучения фиксирована на уровне 50 Вт, также фиксирована длительность импульса. Длительность паузы между импульсами можно варьировать в пределах от 0,001 до 2 с, меняя тем самым частоту следования импульсов, а значит меняя и плотность энергетического потока. Чем короче пауза между импульсами в режиме «Медипульс», тем выше частота следования импульсов и выше энергетическая плотность лазерного воздействия, а значит выше скорость абляции тканей. При длительности паузы между импульсами - 0,001 с и диаметре светового пятна - 0,2 мм плотность энергии составит 530 Дж/мм²; при паузе - 0,01 с плотность энергии - 76 Дж/мм² при паузе - 0,1 с плотность энергии - 7,9 Дж/мм². При использовании режима «Медипульс» в тканях практически отсутствует карбонизация, тепловое повреждение окружающих тканей - минимально.

ОСОБЕННОСТИ РЕПАРАТИВНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛАЗЕРНОЙ РАНЕ

Дефект тканей, возникающий после лазерного воздействия, или лазерная рана, имеют свои особенности как при формировании, что описано в предыдущих разделах, так и при развитии репаративных процессов. Последние существенно зависят от гистологической специфики самих тканей и степени их васкуляризации, а также от объема удаленных тканей и особенностей оперативного вмешательства. Тем не менее, имеется ряд особенностей лазерных ран, отличающих их от ран, произведенных другими термическими и нетермическими способами.

Во-первых, высокая концентрация световой энергии излучения СО₂-лазера и краткость его экспозиции создают необходимые условия для высокой точности бесконтактного разреза биотканей при минимуме их травматизации, из-за сравнительно неглубокого проникновения лазерного излучения с длиной волны 10,6 мкм в ткани.

Во-вторых, минимизация травматизации тканей, которая сопряжена с ограниченным распространением в тканях излучения СО₂-лазера и возникающего при этом их теплового нагрева, обуславливает неглубокий (поверхностный) термический некроз тканей, что в свою очередь предотвращает образование грубых рубцов и стенозов, а также дает хороший косметический эффект при операциях на коже.

В-третьих, дозированный разогрев тканей в месте воздействия лазерного излучения обеспечивает формирование зоны коагуляции по ходу лазерного разреза, что, с одной стороны, играет ключевую роль в гемостазе, а с другой - ведет к образованию, так называемого, лазерного струпа, служащего своеобразным биологическим барьером, препятствующим инфицированию лазерной раны. Хороший гемостаз на уровне мелких кровеносных сосудов и особенно на уровне сосудов микроциркуляторного уровня не только уменьшает кровопотери во время операций, но уменьшает, что очень существенно, выраженность отека в области лазерной раны и сохраняет относительно высокую устойчивость гистогематического барьера на ранних этапах репаративного процесса. Все это ведет к заметному уменьшению лейкоцитарной инфильтрации тканей и сокращению сроков течения отдельных фаз послеоперационного воспалительного процесса. С уменьшением отека

в лазерной ране, по-видимому, связано и то обстоятельство, что болевые ощущения в ране после операции, выполненной с применением лазера, выражены в меньшей степени.

В-четвертых, высокоэнергетическое лазерное излучение и сопутствующий ему термический эффект обладают достаточно выраженным бактерицидным действием и снижает микробную инвазию в ранах, что может играть решающую роль при выборе того или иного способа оперативного вмешательства.

Наконец, *в-пятых*, за счет проникновения в глубокие слои тканей квантов света имеют место фотохимические реакции по активации клеточных элементов; с этим, по-видимому, могут быть связаны активация пролиферативных процессов в лазерной ране и ускорение процесса ее заживления.

Морфологически в лазерной ране от края разреза выделяют три зоны:

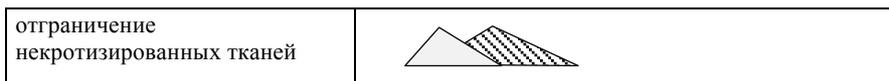
а) *зону коагуляционного некроза*, включающую ожоговую кайму, рыхлый слой некроза, образованный в результате испарения жидкой фазы тканей, и компактный слой некроза - собственно зона коагуляции;

б) *зону воспалительного отека*

в) *зону дисфункциональных изменений клеток* (В.И.Елисеенко, Ю.Г.Пархоменко, 1989; В.И.Козлов с соавт., 1992).

В течение 1 - 3 суток после операции происходит отграничение зоны некроза и расширение зоны воспалительного отека, однако выраженной лейкоцитарной инфильтрации в лазерных ранах обычно не наблюдается. Фазы воспалительного отека и очищения лазерных ран от некротических масс протекают несколько быстрее чем в ранах, возникающих после скальпельного разреза. На рисунке 10 схематически показаны самые общие различия в характере и сроках течения отдельных фаз репаративного процесса в лазерной и «скальпельной» ранах.

Для лазерных ран различных органов и тканей характерна ранняя пролиферация клеточных элементов макрофагального и фибробластического рядов (практически с 1 суток после лазерного воздействия), отчетливо наблюдаемая на границе интактных тканей и тканей, подвергшихся коагуляционному некрозу.



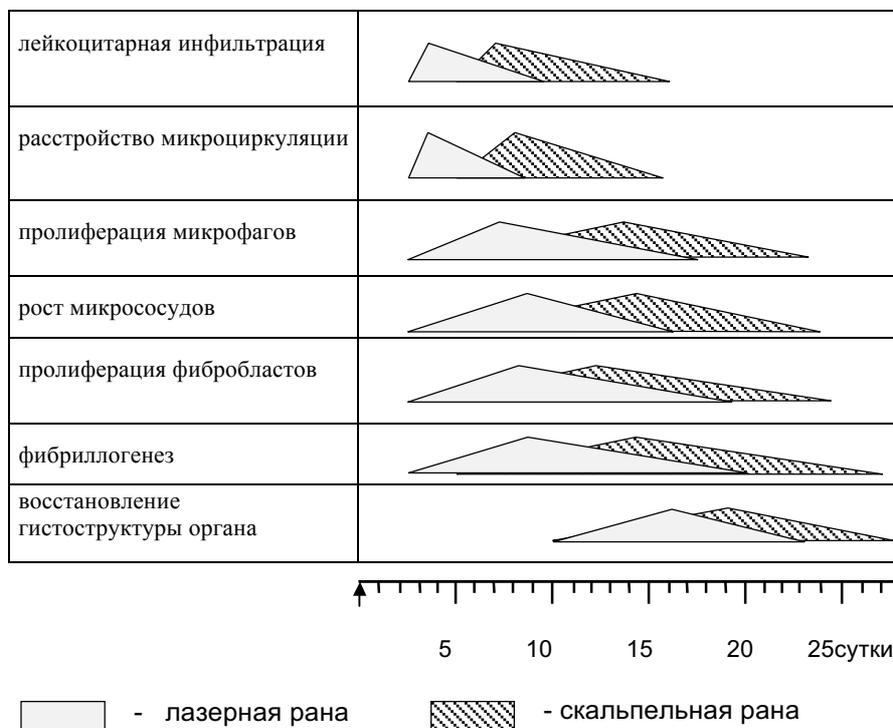


Рис.10. Фазы воспалительного процесса и регенерации в лазерной и скальпельной ранах.

Отличительной особенностью лазерных ран является также относительно раннее и более активное формирование грануляционной ткани и рост микрососудов, что обеспечивает достаточно высокий уровень трофического обеспечения клеток и тканей в зоне регенерации. Это в свою очередь обеспечивает более раннее формирование рубца, его ремоделирование и восстановление гистоструктуры органа.

Глава 5

ПОКАЗАНИЯ, ПРОТИВОПОКАЗАНИЯ И ОСЛОЖНЕНИЯ ЛАЗЕРНОЙ ХИРУРГИИ

ЛХА «Ланцет» является практически универсальным режущим средством и может быть использован на ключевых этапах хирургиче-

ских вмешательств. Показаниями к применению лазерного излучения во время операции служат необходимость манипулирования на обильно кровоснабжаемых органах, когда требуется полный гемостаз, а его выполнение обычными способами сопровождается большой кровопотерей; необходимость стерилизации гнойных ран и профилактики возможного микробного загрязнения чистых операционных ран; необходимость прецизионной техники оперативных вмешательств; необходимость создания биологического барьера со стороны раневой поверхности при формировании межорганных соустьев; оперативные вмешательства у больных с нарушением свертывающей системы крови.

В связи с вышеизложенным наиболее эффективными операциями с применением ЛХА «Ланцет» являются вмешательства на органах желудочно-кишечного тракта, связанных с резекцией и вскрытием просвета полых органов и формированием различного рода межорганных анастомозов, остановка кровотечений из острых язв и эрозий желудочно-кишечного тракта; кожно-пластические операции, требующие препаровки тканей в условиях полного гемостаза и стерильности, забор кожного лоскута, обработка поверхности, подлежащей закрытию; резекция паренхиматозных органов; лечение гнойных ран путем одномоментного удаления девитализированных тканей и стерилизации раневой поверхности; первичная хирургическая обработка ран; пластические гинекологические операции, а также эндоскопические лазерные вмешательства на пищеводе, гортани, трахее и бронхах.

Показания и противопоказания к выполнению тех или иных операций с использованием лазерного излучения должны определяться хирургом и анестезиологом в зависимости от характера заболевания и функционального состояния различных органов и систем больного. Специальной подготовки больных к операции с использованием лазерной техники не требуется. Операция с применением лазерной техники должна осуществляться по тем же показаниям и при той же специфической подготовке, которые существуют вообще при операциях на органах грудной, брюшной полости или в другой зоне, требующих специфической подготовки. Обязательными являются мероприятия по улучшению деятельности сердечно-легочной системы, нормализации водно-электролитных нарушений, белкового баланса, объема циркулирующей крови и т.д.

Особых противопоказаний к применению лазерной техники в хирургии нет.

Потенциальную опасность для организма человека (пациента, медперсонала) представляет прямое и рассеянное высокоэнергетическое лазерное излучение. Высокоэнергетическое излучение углекислотного лазера может вызвать локальное поражение кожи открытых частей тела - рук, лица, а также роговицы глаза. Эти поражения возможны только при нарушении правил техники безопасности при работе с излучением CO₂-лазера.

При работе с CO₂-лазерными установками использование обычных хирургических инструментов повышает вероятность повреждения кожи рук хирурга за счет отражения лазерного луча от инструментов. Эта вероятность резко снижается при применении инструментов, имеющих матовую поверхность. Специальные лазерные инструменты поглощают около 90% попадающего на них лазерного излучения с длиной волны 10,6 мкм. Другие хирургические инструменты: ранорасширители, кровоостанавливающие зажимы, пинцеты, сшивающие аппараты и т.п. также могут отражать лазерный луч. Однако в руках опытного хирурга любое хирургическое вмешательство может быть выполнено без направления лазерного луча на эти инструменты.

Существует также опасность возгорания операционного материала, салфеток, простыней и т.п. при попадании на них прямо направленного сфокусированного лазерного излучения. Поэтому при работе с ним необходимо в зоне предполагаемой лазерной обработки тканей использовать мягкий материал, смоченный в физиологическом растворе. Целесообразно также в момент выполнения лазерного этапа операции удалять из поля действия лазерного излучения приборы и инструменты, изготовленные из пластических масс и других материалов, способных возгораться при высокой температуре.

Незначительные кровотечения довольно легко удается остановить расфокусированным лучом лазера. Кровотечения из крупных сосудов относятся к редким, но тяжелым осложнениям лазерной хирургии.

В специальной литературе сообщается об опасностях и осложнениях в лазерной хирургии, особенно, при эндоскопических операциях на гортани, трахее и бронхах. Однако при правильно выбранном методе анестезиологического обеспечения лазерных операций с учетом возраста больного, его общего состояния, характера патологического процесса и его локализации, а также при скрупулезном соблюдении всех мер предосторожности опасности и осложнения могут быть сведены к минимуму.

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАЗЕРНОГО ХИРУРГИЧЕСКОГО АППАРАТА «ЛАНЦЕТ»

6.1. Применение ЛХА «Ланцет» в абдоминальной хирургии

Обильное кровоснабжение паренхиматозных и полых органов брюшной полости наряду с большой вариабельностью их анатомического строения существенно затрудняет хирургические манипуляции на печени, поджелудочной железе, селезенке, желчных протоках, а также при резекции и соединении полых органов. В этих ситуациях облегчить работу хирургов позволяет лазерное излучение, обладающее возможностью совершенного гемостаза в зоне рассекаемых тканей, что обеспечивает стерильность раневой поверхности и создает биологический барьер за счет тонкой пленки коагуляционного некроза по поверхности разреза. Благодаря этому улучшается обзор объекта хирургического вмешательства и создаются условия для более качественного выполнения операции. При рассечении лучом лазера стенки полого органа отмечается эффект биологической сварки слизистой и серозной оболочек, что создает оптимальные условия для наложения различных видов анастомозов.

При операциях с ЛХА «Ланцет», также как и при использовании других лазерных аппаратов, должны применяться лазерные компрессионные зажимы: для лазерной резекции полых органов желудочно-кишечного тракта и для лазерных операций на желчных путях. Конструктивная особенность этих приспособлений определяется одним общим принципом, т.к. они разработаны на базе обычных хирургических инструментов с рукоятками ножничного типа. Верхняя бранша инструмента имеет сквозное отверстие, через которое проводится лазерный луч, нижняя сплошная бранша является экраном, не пропускающим излучение на подлежащие ткани. При использовании лазерных зажимов создается легкая компрессия подлежащих рассечению тканей, что позволяет обеспечить бескровный разрез и свести к минимуму термическое повреждение окружающих тканей.

Показания и противопоказания к выполнению тех или иных операций на органах желудочно-кишечного тракта с помощью лазерного излучения должны определяться хирургом и анестезиологом в зависимости от характера заболевания и функционального состояния органов и систем больного. Специальной подготовки больных к предстоящей операции с использованием лазерной техники не требуется. Она должна осуществляться так же, как и при каждой сложной операции на органах брюшной полости.

6.1.1 Техника операций на органах желудочно-кишечного тракта

При выполнении операций на полых органах брюшной полости излучение углекислотного лазера используется на ключевых этапах вмешательства, которые можно подразделить на вскрытие просвета полого органа (гастротомия, энтеротомия, колотомия) и на его резекцию (резекция желудка, тонкой или толстой кишки). Для успешного выполнения вышеуказанных вмешательств можно использовать различные параметры излучения углекислотного лазера, предусмотренные в ЛХА «Ланцет».

При *непрерывном режиме* работы лазера рекомендуется использовать сфокусированный луч с диаметром светового пятна 0,2 мм при выходной мощности 15 Вт (плотность мощности 50×10^3 Вт/см²). Если возникает необходимость рассечения или резекции массивного объема ткани, то хирург может увеличить выходную мощность до 20 Вт, при этом соответственно увеличивается плотность мощности до $66,5 \times 10^3$ Вт/см².

В случае выбора *импульсно-периодического режима* работы для выполнения вышеуказанных вмешательств желательно придерживаться следующих параметров лазерного излучения: длительность импульса должна быть 0,1 - 0,2 с, выходная мощность 15-20 Вт, при этом энергия в импульсе будет колебаться от 1,5 до 4,0 Дж, при паузе между импульсами - 0,05 с частота следования импульсов - от 4 до 6 Гц (см. табл.6). Выбор режима работы и параметров излучения во время оперативного вмешательства во многом зависит от толщины стенки полого органа, наличия воспалительных изменений и их выраженности, а также

особенностей его кровоснабжения. При дальнейшем рассмотрении отдельных видов оперативных вмешательств на органах желудочно-кишечного тракта нами будет рекомендоваться тот или иной режим лазерного излучения уже без повторения его количественных параметров, указанных выше.

Пилоропластика.

Для выполнения данной операции может быть использован непрерывный режим работы лазера с выходной мощностью 10 Вт, при диаметре пятна 0,2 мм, плотностью мощности 32×10^3 Вт/см². Луч лазера направляется перпендикулярно оперируемому объекту. Производят иссечение язвы вместе с окружающими ее воспалительно-измененными тканями, формируя ромбовидное отверстие в полном органе. С целью предупреждения термического повреждения тканей задняя стенка органа (желудок, пилорический канал или 12-перстная кишка) защищается турундой, смоченной физиологическим раствором. Рана ушивается узловыми серо-мускулярными швами. Пилоропластика также может быть выполнена лучом лазера, работающим в импульсно-периодическом режиме. Длительность импульса должна составлять 0,1 с, мощность излучения на выходе 15 Вт, пауза между импульсами - 0,05 с, средняя плотность энергии - 250 - 300 Дж/мм².

Резекция желудка по Бильрот-1

После мобилизации 12-перстная кишка ниже привратника прошивается 2-рядным механическим швом. Сфокусированным лучом лазера, работающим в непрерывном режиме (диаметр пятна - 0,2 мм, выходная мощность - 15 Вт, плотность мощности 50×10^3 Вт/см²), по лазерному зажиму производится отсечение желудка от кишки. Далее производится прошивание желудка по линии предполагаемой резекции 2-рядным механическим швом и отсечение дистальной части желудка лучом лазера с аналогичными параметрами. В результате получают две герметичные и стерильные со стороны места рассечения полости: 12-перстной кишки и культы желудка. По малой кривизне его перитонизируют как обычно. Затем задняя стенка культы желудка со стороны большой кривизны сшивается узловыми серо-мускулярными швами с задней стенкой 12-перстной кишки. После этого, ис-

пользуя Г-образный лазерный зажим, отсекают избыток кишки с механическим швом. Таким же образом отсекают избыток культи желудка и формируют узловыми серомускулярными швами в один ряд переднюю губу анастомоза.

Необходимость наложения гемостатических швов полностью отпадает благодаря использованию лазерного излучения. Как механическая, так и биологическая прочность “лазерных” анастомозов не ниже по сравнению с обычно используемыми 2-рядными анастомозами. При использовании на ключевых этапах операции лазерного излучения реже наблюдаются послеоперационные кровотечения и практически не наблюдаются анастомозиты.

Резекция желудка по Бильрот-2

Мобилизацию желудка и 12-перстной кишки осуществляют как обычно. 12-перстная кишка прошивается ниже привратника механическим сшивающим аппаратом и отсекается лучом лазера, работающего в непрерывном или импульсно-периодическом режиме. Параметры непрерывного режима работы лазера такие же, как и при операции по Бильрот-1. Механический шов перитонизируется в кисетный или узловой швы. При этом между механическими перитонизирующими рядами швов не возникает так называемая “септическая полость”, т.к. для этого нет соответствующих условий: инфекции и скопления крови. Удаляемая часть желудка отсекается при помощи лазерного сшивающего аппарата между 2-мя рядами скобок с использованием сфокусированного лазерного луча (диаметр - 0,2 мм). Дистальная часть желудка удаляется; проксимальная часть желудка по малой кривизне перитонизируется как обычно. Ключевым этапом операции является наложение узкого гастроэнтероанастомоза, диаметр которого соответствует диаметру поперечника кишки, подшиваемой к желудку узловыми серомускулярными швами выше механического шва. Кишка вскрывается сфокусированным лазерным лучом в поперечном к ее длиннику направлении с использованием лазерного зажима. Затем этот же зажим накладывается на обе стенки желудка в области большой кривизны его культи, после чего сфокусированным лучом лазера высекается небольшой сегмент органа, длинник которого соответствует длине вскрытой тощей кишки. Кровотечение

отсутствует. Вмешательство завершается наложением перитонизирующих узловых серомускулярных швов и подшиванием проксимального сегмента петли тощей кишки на малую кривизну культи желудка (метод Финстерера).

Гастрэктомия

После мобилизации желудок отсекают от 12-перстной кишки и от пищевода, который предварительно прошивают механическим сшивающим аппаратом. Петля тощей кишки располагается так, чтобы отводящее колено находилось позади пищевода, а приводящее - слева от него. К передней стенке отводящего колена подшивают п-образным серомускулярным швом абдоминальный конец пищевода. Стенку отводящего колена тощей кишки вскрывают на уровне анастомоза в поперечном направлении лучом лазера, работающим в непрерывном режиме, с использованием лазерного зажима. На дистальный конец пищевода накладывается Г-образный лазерный зажим, избыток пищевода отсекают сфокусированным лазерным лучом. Для формирования передней губы пищеводно-кишечного соустья используют п-образный серо-мускулярный шов. Межкишечный анастомоз накладывают также с использованием лазера, работающего в непрерывном режиме.

6.1.2 Операции на тонкой кишке

Энтеротомия

На противоположной брыжечной части тонкой кишки сфокусированным лучом лазера, работающим в импульсно-периодическом режиме делается небольшой (0,5 см) разрез, через который в просвет кишки вводится нижняя бранша лазерного кишечного зажима. По нему в продольном направлении сфокусированным лучом лазера, работающим в непрерывном или в импульсно-периодическом режиме, рассекают переднюю стенку кишки. После выполнения основных этапов операции (извлечение инородных тел, удаление полипов, аспирация кишечного содержимого) разрез в стенке кишки ушивается в поперечном направлении узловыми шелковыми швами узелками внутрь (по Матешуку).

Резекция тонкой кишки с энтеро-энтероанастомозом конец в конец

На расстоянии 5 см от концов мобилизованного от брыжейки участка тонкой кишки в поперечном направлении накладывают 2 кишечных лазерных зажима. Сфокусированным лазерным лучом, по зажимам, производится рассечение обеих стенок кишки, и ее сегмент удаляется. Для восстановления кишечной непрерывности между концами кишки накладываются шелковые узловые серозно-мышечные швы на заднюю стенку соустья. Передняя стенка анастомоза ушивается узловыми шелковыми швами узелками внутрь (по Матешуку). Брыжейка соединенных концов кишки сшивается конец в конец узловыми швами.

Резекция тонкой кишки с энтеро-энтероанастомозом бок в бок

На расстоянии 5 см от концов подготовленного к резекции участка тонкой кишки, она прошивается механическими швами, по краю которых сфокусированным лазерным лучом иссекают сегмент кишки. Обе культы погружаются в шелковые кисеты, укрепляются узловыми серо-серозными швами. Ушитые концы тонкой кишки укладываются изоперистальтически и соединяются серо-серозными узловыми шелковыми швами на протяжении 8-10 см. Отступя 0,5 см от серо-серозных швов через отдельные проколы соединяемых частей кишки вводятся 2 кишечных лазерных зажима, по которым сфокусированным лазерным лучом рассекают передние стенки кишки в области накладываемого анастомоза. На заднюю губу анастомоза накладываются узловые шелковые швы без захвата слизистой оболочки. Передняя губа анастомоза зашивается однорядными узловыми шелковыми швами узелками внутрь (по Матешуку). Обе культы подшиваются серо-серозными швами к боковым стенкам прилегающей кишки.

6.1.3 Операции на ободочной кишке

Выполнение радикального хирургического вмешательства на ободочной кишке должно предусматривать два основных принципа онкологической абластики - достаточный радикализм и принцип абластичного оперирования. Большое значение для получения хороших результатов играет правильная техника

наложения анастомозов. Под этим понимается не только тщательный гемостаз и соблюдение принципа сопоставления одноименных слоев, особенно слизистых оболочек, что обеспечивает герметизацию соустья и предупреждает имплантацию опухолевых клеток в зону анастомоза. Лазерный разрез кишечной стенки удовлетворяет всем необходимым требованиям асептики и абластики. Край разреза покрыт коагуляционным струпом, соединяющим на одном уровне все слои кишечной стенки.

Использование лазерной техники накладывает отпечаток на методику выполнения операций. При сегментарных резекциях ободочной кишки используется лазерный хирургический сшивающий аппарат УПО-16, позволяющий пересечь кишку лазерным лучом и одновременно герметизировать удаляемую и остающуюся часть кишки лазерно-механическим швом.

При правосторонней гемиколэктомии культю ободочной кишки перитонизируют отдельными узловыми швами, либо погружают кисетным швом. Культю тонкой кишки подшивают на месте формируемого анастомоза к передней ленте ободочной кишки одним рядом узловых швов так, чтобы можно было отсечь лучом лазера избыток тонкой кишки вместе со скобочным швом. Сфокусированным лучом лазера в непрерывном или импульсно-периодическом режиме отсекают избыток тонкой кишки, затем вскрывают просвет ободочной кишки. Дополнительное производство гемостаза не требуется. Формируется анастомоз по типу “конец в конец”, “конец в бок” или “бок в бок”.

Применение лазерного излучения на этапах формирования анастомозов облегчает выполнение операций и улучшает ее качество за счет высокой асептичности операции, ее малой травматичности и отличного выполнения анастомоза вследствие биологической сварки слизистой оболочки и серозного и мышечного слоев кишки.

6.1.4 Операции на внепеченочных желчных путях

Холецистэктомия

При холецистэктомии лазерный луч можно использовать при удалении желчного пузыря, для обработки ложа желчного пузыря после холецистэктомии и при выполнении лазерной мукоплазии.

Непосредственное удаление желчного пузыря с помощью лазерного луча лучше осуществлять, начиная с дна, после лигирования пузырного протока и пузырной артерии. Ложе желчного пузыря инфильтрируется новокаином или физиологическим раствором. Затем лучом лазера с диаметром пятна 0,2 мм в импульсно-периодическом режиме (выходная мощность 10 Вт, длительность импульса 0,1 с, пауза между импульсами - 0,05 - 0,1 с) рассекают брюшину на границе с ложем желчного пузыря, затем пересекают все перемычки в клеточном слое. Кровотечение при такой препаровке, как правило, отсутствует.

В ряде случаев приходится холецистэктомию производить традиционно, а ложе пузыря подвергать обработке расфокусированным лучом лазера. Для этого лазерный луч (мощность 10 Вт) расфокусируют до 2,0 мм диаметра светового пятна; при этом расстояние между пятнами пилотного излучения - 3 см, плотность мощности составляет - $3 \times 20 \text{ Вт/см}^2$. Выполняется коагуляция ложа желчного пузыря параллельными движениями, что позволяет избежать стекания крови на точку воздействия лазера.

При плотной воспалительной инфильтрации желчного пузыря, наличия грубых сращений и внутрипеченочном расположении пузыря стандартная холецистэктомия опасна, так как может привести к повреждению магистральных сосудов и протоков в воротах печени. Оправданной в данных ситуациях считается мукоклазия желчного пузыря. Сущность ее заключается в рассечении желчного пузыря от дна до шейки, удалении камней, иссечении свободных стенок и прошивании пузырного протока. Оставшаяся слизистая оболочка желчного пузыря на стенке, прилежащей к печени, испаряется лучом лазера. Для этого используется непрерывный режим лазерного излучения (выходная мощность - 10 Вт); лазерный луч (исходный диаметр 0,2 мм) расфокусируется до диаметра 0,7 мм (при этом пятна пилотного излучения разведены до 1 см); плотность мощности составляет $2,6 \times 10^3 \text{ Вт/см}^2$. При такой обработке одновременно достигается гемостаз других слоев стенки желчного пузыря.

Холедохотомия

Лазерная холедохотомия выполняется следующим образом. Сначала в передней стенке холедоха сфокусированным лазерным лучом, работающим в импульсно-периодическом режи-

ме, мощностью 20 Вт, длительность импульса 0,1 с, пауза между импульсами - 0,05 - 0,1 с, наносится точечное отверстие (опасность повреждения задней стенки протока исключена, т.к. желчь полностью поглощает энергию лазерного излучения), через которое в просвет протока вводится нижняя бранша лазерного зажима. Бранши инструмента сжимают стенку протока и через прорезь в верхней бранше лучом лазера, работающего в таком же режиме, производится продольное рассечение общего желчного или печеночного протока на необходимую длину. В результате достигается бескровное рассечение стенки протока с фиксацией слоев на одном уровне за счет биологической сварки.

Билиодигестивные анастомозы

С помощью лазерной техники выполняются все виды билиодигестивных анастомозов: между желчным пузырем или гепатохоледохом, с одной стороны, и желудком, 12-перстной или тощей кишкой - с другой. Принцип вскрытия просвета этих полых органов и формирования анастомозов совершенно аналогичен технике создания соустьев при операциях на пищеводе, желудке и кишечнике. При использовании лазерного излучения также целесообразно наложение однорядных серо-мускулярных швов на анастомозы.

Папиллосфинктеротомия

Для выполнения этого вмешательства сначала производится лазерная холедохотомия и дуоденотомия. Большой дуоденальный сосок выводится в рану 12-перстной кишки на конусовидном зонде и сжимается между ним и специальной планкой с прорезью, в которую направляется сфокусированный лазерный луч, режим - импульсно-периодический, мощность 15 - 20 Вт, длительность импульса 0,1 - 0,2 с, пауза между импульсами - 0,05 - 0,1 с. После лазерного рассечения папиллы и сфинктера кровотечение отсутствует, а ткани их свариваются между собой, что позволяет обходиться без наложения швов. Отсутствие отека тканей, геморрагий, швов и воспалительных изменений в области соска резко снижает опасность развития послеоперационного панкреатита (панкреонекроза).

6.1.5 Операции на печени

Обработка плоскостных и краевых ран печени

Для этого после освобождения раневой поверхности от сгустков крови и желчи и легкого сдавливания рукой массы печени (для уменьшения притока крови к ране) ее обрабатывают расфокусированным лучом углекислотного лазера до образования коагуляционной корочки. При выходной мощности 10 Вт, диаметр луча 0,2 мм расфокусируют до 2 мм в диаметре (расстояние между пятнами пилотного излучения должно быть 3 см), при этом плотность мощности составит 310 Вт/см² (см.табл.4). Для окончательного прекращения кровотечения достаточно прижатия этой корочки к печени на 3-4 минуты. Операция завершается дренированием подпеченочного пространства.

Резекция печени

Использование лазера оправдано на заключительном этапе вмешательства для герметизации мелких кровеносных сосудов и желчных ходов диаметром, как правило, до 1,0 мм. Этим предотвращается развитие паренхиматозного кровотечения и желче-истечения, что чревато возникновением в послеоперационном периоде тяжелых осложнений (перитонит, внутрибрюшное кровотечение, образование желчных свищей).

Методика лазерной обработки заключается в том, что после мобилизации подлежащей удалению части печени ее паренхима прошивается сшивающим хирургическим аппаратом (УО-60 или УКЛ). Использование механического шва является важным моментом операции, поскольку позволяет осуществить надежный гемо- и желчестаз в крупных кровеносных сосудах и желчных протоках танталовыми скобками, устойчивыми к термическому воздействию лазерного излучения. После этого удаляемая часть печени отсекается острым путем по краю скобок, а поверхность среза органа обрабатывается расфокусированным лучом СО₂-лазера в вышеописанном режиме работы. Для улучшения качества гемостаза образующуюся коагуляционную корочку целесообразно прижать к раневой поверхности печени влажным марлевым тампоном на 3-5 минут. Операция заканчивается подведением к зоне резекции резинового дренажа.

6.1.6 Операции на поджелудочной железе

Внутреннее дренирование кист поджелудочной железы

Наиболее распространены в практической работе цистогастро- и цисто-еюностомия.

При формировании анастомоза между кистой и желудком чаще используется методика Юраша. Для этого сфокусированным лучом CO₂-лазера выполняется передняя гастротомия с использованием специальных лазерных зажимов. После этого в месте наибольшего выбухания задней стенки желудка осуществляется пункция последней толстой иглой и удаление ее содержимого. Стенки кисты спадаются, иглу извлекают. Через образовавшееся отверстие в полость кисты вводится нижняя бранша Г-образного лазерного зажима и сводится с передней браншей. Через прорезь в верхней бранше зажима производится их рассечение лучом углекислотного лазера, окончательно аспирируется кистозное содержимое и редкими узловыми шелковыми швами формируется цисто-гастроанастомоз.

Для профилактики токсического воздействия на анастомоз содержимого кисты и желудочного сока больному во время операции через нос в желудок и далее в полость кисты устанавливают двухпросветный назоцистогастральный зонд. В послеоперационном периоде по одному из его каналов осуществляется удаление кистозного, а по другому - желудочного содержимого. После этого переднее гастротомическое отверстие ушивается двумя рядами швов.

При формировании цисто-еюноанастомоза участок тощей кишки на протяжении 5-7 см подшивается узловыми шелковыми швами к стенке кисты в зоне ее полюса. Полость ее пунктируют толстой иглой и аспирируют содержимое. Через образовавшееся отверстие в просвет кисты вводится нижняя бранша мягкого лазерного зажима и, после его сведения с верхней браншей, стенку кисты рассекают лучом лазера.

Резекция поджелудочной железы

После мобилизации поджелудочной железы намечается место резекции. Отступя 1,0 - 1,5 см от него, лигируются шелком с прошиванием селезеночная артерия и вена. По предполагаемой

линии разреза железы на нее в поперечном направлении накладывается прямой лазерный хирургический зажим и производится легкая компрессия паренхимы между браншами. Резекция производится сфокусированным лазерным лучом. По снятии зажима отмечается тонкая коричневая корочка по краю резекции, состоящая из коагулированных тканей. После лазерной резекции поджелудочной железы какой-либо дополнительной перитонизации ее культи не требуется.

6.1.7 Операции на селезенке

Методика обработки раневой поверхности селезенки заключается в воздействии на нее расфокусированным лазерным лучом до появления коагуляционного струпа. Предварительно целесообразно наложение временного турникетного резинового шва на сосудистую ножку органа или ее пережатие мягким зажимом, что обеспечивает повышение качества гемостаза. После образования коагуляционного струпа его на 3-5 минут прижимают влажным тампоном к паренхиме для увеличения сцепления с подлежащими тканями.

6.2. Применение ЛХА “Ланцет” в хирургии легких и плевры

Повышение эффективности хирургического лечения больных с заболеваниями легких и плевры в значительной степени связано с совершенствованием техники хирургических операций за счет новейших достижений научно-технического прогресса, в том числе, лазерной техники.

Использование излучения углекислотного лазера в грудной хирургии показано при торакотомии, выделении легкого из сращения, обработки культи бронха, рассечении и герметизации легочной паренхимы, испарении пиогенно-некротического слоя стенок каверны и эмпиемы плевры.

Техника лазерной торакотомии

Кожа и подкожная клетчатка рассекаются скальпелем, фасция и мышцы грудной стенки - лучом лазера.

При выполнении торакотомии хирургом может быть выбран непрерывный или импульсно-периодический режим работы.

В случае использования *непрерывного режима* диаметр сфокусированного луча должен составлять 0,2 мм, (пятна пилотного излучения гелий-неонового маркера совмещены). Выходная мощность - 10 Вт, при этом достигается высокая плотность мощности - 32×10^3 Вт/см² (см.табл.3). Эти параметры лазерного излучения позволяют бескровно рассекать ткани грудной клетки, однако, сосуды диаметром 0,5 мм и более необходимо перевязывать или электрокоагулировать.

Преимущества *импульсно-периодического режима* лазерного излучения проявляются в ограничении термического повреждения тканей зоной лазерного воздействия, а также в уменьшении разогрева и деструкции соседних тканей. Диаметр светового пятна - 0,2 мм, выходная мощность - 10 Вт, длительность импульса 0,2 с, пауза между импульсами - 0,1 с; при этом достигается высокая плотность энергии - 250 Дж/мм².

При использовании универсального лазерного зажима гемостаз более отчетливо выражен. Перевязке подлежат крупные кровеносные сосуды (более 1 мм в диаметре). С помощью зажима лучом лазера вскрывается плевра, спайки и сращения также пересекаются сфокусированным лучом лазера, при этом отмечается выраженный гемостаз.

Сегментарная резекция легкого

Экономная (атипичная) или сегментарная резекция легкого может быть произведена лучом лазера с помощью лазерного зажима без прошивания тканей легкого механическим сшивающим аппаратом. Для этого на границу остающейся и удаляемой части легкого накладывается специальный лазерный зажим, по которому рассекают легочную ткань, используя непрерывный или импульсно-периодический режим излучения с выходной мощностью 10 Вт, диаметр пятна 0,2 мм, с плотностью мощности 32×10^3 Вт/см². После отсечения удаляемой части легкого, остающуюся раневую поверхность обрабатывают расфокусированным лучом лазера с диаметром пятна 2,0 мм, расстояние между пятнами пилотного излучения должно быть 3 см, при выходной мощности 10 Вт, плотность мощности составляет 320 Вт/см². Установлено, что после такого вмешательства на поверхности раны образуется плотная стерильная коагуляционная пленка, которая останавливает кровотечение и просачивание воздуха из

альвеол и мелких бронхов. Дополнительное ушивание раневой поверхности не производится.

При типичной сегментарной резекции легкого используют механические сшивающие аппараты УКЛ-40 и УКЛ-60. Образующуюся раневую поверхность обрабатывают расфокусированным лучом лазера, с диаметром пятна 2,0 мм (расстояние между пятнами пилотного излучения должно составлять 3 см) при плотности мощности - 320 Вт/см². Проверка на герметичность, после заполнения плевральной полости жидкостью и раздувании легкого, показывает, что просачивания воздуха не выявляется, гемостаз абсолютный. Таким образом, на раневой поверхности легкого в результате применения расфокусированного лазерного луча образуется тонкий слой стерильной коагуляционной пленки, которая является биологическим барьером, предохраняющим плевральную полость от вторичного инфицирования и альвеолярного просачивания воздуха. Иногда требуется наложение подкрепляющих швов на атравматической игле.

Лобэктомия

При удалении одной или двух долей легкого после предварительной обработки элементов корня долевой бронх прошивается механическим сшивающим аппаратом УКЛ-40. Отсечение удаляемой части бронха производят по лазерному зажиму сфокусированным лазерным лучом: диаметр светового пятна - 0,2 мм в импульсно-периодическом режиме с выходной мощностью 20 Вт, длительность импульса - 0,2 с, пауза между импульсами - 0,1 с. В результате такой резекции образуется низкий надскобочный валик, при этом культя бронха покрыта тонким слоем стерильной коагуляционной пленки. Каких-либо дополнительных мероприятий по обработке культи бронха не требуется. Деплевратизированные участки легочной ткани после удаления резецированной части легкого обрабатываются расфокусированным лучом лазера для окончательного гемо- и аэростаза.

При использовании углекислотного лазера при операции резекции легких объем кровопотери уменьшается на 30-40%, достигается более стойкий гемостаз и герметизация воздухоносных путей, что компенсирует незначительные на 3-5% увеличение времени операции в целом.

Плеврэктомия и плевро-пульмонэктомия

В последнее время отмечается значительное изменение состава больных, страдающих хроническими нагноительными заболеваниями легких и плевры. В основном, это больные с распространенными и отягощенными формами легочных поражений с функционирующими бронхиальными свищами. Одним из самых тяжелых вмешательств при хронических нагноительных заболеваниях легких является плеврэктомия с последующей резекцией или удалением легкого. Операция сопровождается обильной кровопотерей, которая возникает на этапах иссечения измененных участков плевры, выделения из сращений участков пораженного легкого и санации плевральной полости.

Для снижения риска этим больным выполняют обычно многоэтапные вмешательства. При этом в ряде случаев плевральную полость целесообразно санировать открытым способом.

Выполняется торакотомия сфокусированным лучом лазера с помощью универсального лазерного зажима по одной из методик, указанных выше. Поверхность разреза мышц непосредственно после рассечения лазерным лучом остается сухой и покрыта тонкой пленкой коагуляционного струпа. Для того, чтобы создать широкое торакотомическое окно в грудной стенке, производится резекция одного или нескольких ребер. Стенка эмпиемной полости рассекается сфокусированным лазерным лучом в импульсно-периодическом режиме: выходная мощность - 10-15 Вт, длительность импульса 0,2 с, пауза между импульсами - 0,1 с (см.табл.6). Установлено, что доступ, включая торакотомию и рассечение стенки эмпиемы, занимает примерно в 1,5 раза меньше времени, чем при использовании режущих инструментов, а кровопотеря меньше в 3-4 раза.

После ревизии полости эмпиемы и удаления из нее гнойно-некротических масс, стенки полости иссекаются частично острым путем, частично лучом лазера, при соблюдении параметров излучения, указанных выше. Затем расфокусированным лазерным лучом производится испарение измененных участков плевры, некротических масс и обработка устьев бронхиальных фистул. Для этого лазерный луч диаметром 0,2 мм расфокусируют до 0,7 мм, пятна пилотного излучения разводятся до 1,0 см; при выходной мощности 10 Вт плотность мощности составит $2,6 \times 10^3$ Вт/см² (см.табл.4).

Операция заканчивается тампонированием плевральной полости мазевыми тампонами. При смене тампонов (на 2-3 сутки после операции) отмечается частичное очищение полости эмпиемы от гнойно-некротических масс и появления островков гранулирующей ткани. Даже однократная обработка стенок эмпиемной полости расфокусированным лучом лазера оказывает выраженное стерилизующее воздействие, тем самым позволяя сократить сроки санации и подготовить больного к торакомиопластическому этапу хирургического лечения в 1,5 раза быстрее. Возможна повторная лазерная санация плевральной полости для испарения сохранившихся участков некроза, гнойных и фибриновых наложений на стенках эмпиемы. Таким образом, использование сфокусированного и расфокусированного лучей углекислотного лазера целесообразно для выполнения всех видов резекции легкого и для санации эмпием плевры.

6.3. Применение ЛХА “Ланцет” при эндоскопических операциях в гортани, трахее и бронхах

Данный раздел составлен в соответствии с методическими рекомендациями, опубликованными проф. Д.Г.Чирешкиным - зав. лаб. восстановительной хирургии гортани и трахеи для детей (Детская городская больница № 2 им. И.В.Русакова, г.Москва) и проф. Ю.М.Овчинниковым - зав.каф. болезней уха, горла, носа ММА им. И.М.Сеченова.

подавляющее большинство лазерных операций в гортани, трахее и бронхах требуют общего обезболивания. В этих случаях положение больного на операционном столе лежа на спине с максимально запрокинутой назад головой. Под лопатки подкладывают валик. Затылок больного лежит на операционном столе. После введения больного в наркоз производят прямую опорную ларингоскопию. При этом используют ларингоскоп с матовым покрытием. Микроларингоскопию производят микроскопом, конъюгированным с лазерным аппаратом. Используют, как правило, большое или среднее увеличение микроскопа. Пятна пилотного излучения гелий-неонового лазера также должны находиться в центре операционного поля. На практике следует использовать импульсно-периодический режим работы лазера, с длительностью импульса 0,1; 0,2 и 0,5 с, при выходной мощности 15 Вт, пауза между импульсами - 0,05 - 0,1 с (см. табл.6).

После соблюдения всех предварительных мер безопасности, хирург вводит в гортань, если этого требует характер оперативного вмешательства, один из защитных инструментов. Вторая рука хирурга находится на манипуляторе, с помощью которого осуществляется наведение излучения СО₂-лазера.

Под контролем микроскопа, направляя луч лазера манипулятором, “шаг за шагом” осуществляют деструкцию тканей как в глубину, так и по плоскости. Образующиеся на тканях в результате воздействия лазера следы обугливания при необходимости можно снять зондом с ватой.

Удаление из операционной зоны (гортаноглотка, гортань, трахея) веществ, образующихся при термическом разрушении тканей, осуществляют при помощи различных аспираторов. Если применения защитных инструментов не требуется или их ручка не снабжена соответствующим каналом, то хирург или помощник подводят ко входу в гортань наконечник электроотсоса со специальным матовым покрытием. При операциях в трахее и бронхах аспирацию удобно производить через катетер, введенный в специальный канал лазерного бронхоскопа.

Обычно операция проходит бескровно, т.к. сосуды диаметром до 0,5 мм луч СО₂-лазера хорошо коагулирует. В случае возникновения кровотечения гемостатический эффект можно получить, обработав кровоточащую поверхность расфокусированным лучом лазера до диаметра пятна 2,0 мм; при выходной мощности 10 Вт плотность мощности составит 320 Вт/см² (см. табл. 4).

Крайне важно хорошо осмотреть нижнюю поверхность голосовых связок и все отделы подголосовой складки, последние могут быть удалены с помощью отраженного от зеркала лазерным лучом.

Техника эндоскопических лазерных операций в трахее и бронхах представляет несколько большие трудности, а также требует полной согласованности действий хирурга, ассистента и анестезиолога.

Перед операцией бронхоскопический адаптер присоединяют к лазерному аппарату. Один из тубусов лазерного бронхоскопа с подведенным источником света соединяют с бронхоскопическим адаптером. Манипулируя установочными винтами, расположенными на передней панели адаптера, устанавливают пилотные пятна гелий-неонового лазера в центре дистального отверстия тубуса. Затем тубус соединяют с электроотсосом и системой для подачи газонаркоотсосной смеси, а к бронхоскопическому адаптеру прикрепляют пластиковый катетер для подачи жидкого азота во время воздействия лазерным лучом.

После введения больного в наркоз, в зависимости от характера оперативного вмешательства, производят верхнюю или нижнюю трахеобронхоскопию. Оптическая система бронхоскопического адаптера позволяет детально осмотреть трахею и бронхи, оценить характер, локализацию и величину патологического образования. Далее бронхоскоп устанавливают таким образом, чтобы в его поле зрения находился объект, подлежащий удалению, а пилотное излучение гелий-неонового лазера - по возможности в его центре.

После гипервентиляции легких по команде хирурга ассистент подключает подачу жидкого азота, а анестезиолог временно прекращает подачу газонаркотической смеси или кислорода. Только после этого нажатием ножной педали хирург включает подачу лазерного излучения. Как и при операциях в полости гортани, рекомендуется использовать импульсно-периодический режим лазера, при выходной мощности 15 Вт. Длительность импульса может варьировать от 0,1 до 0,5 с, пауза между импульсами - 0,05 - 0,2 с, в зависимости от характера патологического образования, его локализации, фазы оперативного вмешательства (см.табл.6).

При узелках голосовых складок под край последней подводят защитную овальную лопатку или несколько ротируют ее с помощью конусовидного протектора. Лучом лазера в импульсно-периодическом режиме (продолжительность импульса - 0,1 с, пауза - 0,1 с) при выходной мощности 15 Вт, эмминируют узелок. Если узелок локализуется на нижне-медиальной поверхности складки, используют луч лазера, отраженный от зеркала, которое вводят в голосовую щель.

Подслизистые кисты голосовых складок

вскрывают воздействием лазерного луча в импульсно-периодическом режиме с мощностью 15 Вт, длительностью импульса 0,1 с, длительностью паузы между импульсами - 0,05 с. Затем аспирируют содержимое кисты и несколькими воздействиями при том же режиме аппарата подвергают вапоризации всю наружную поверхность кисты. Ложе кисты обрабатывают расфокусированным лазерным лучом диаметром 0,7мм, в непрерывном режиме, при плотности мощности $2,6 \times 10^3 \text{ Вт/см}^2$ (см.табл.4).

При кистах наружного кольца и вестибулярного отдела гортани лазерным лучом мощностью 20 Вт в импульсно-периодическом режиме (длительность импульса 0,1 с, пауза между импульсами - 0,05

с) повреждают стенку кисты и через созданное отверстие аспирируют ее содержимое. Спавшиеся стенки кисты оттягивают пинцетом из набора для эндоларингеальной микрохирургии и отсекают у основания сфокусированным лазерным лучом мощностью 20 Вт в импульсно-периодическом режиме (длительность импульса 0,2 с, пауза между импульсами - 0,05 с). Затем в том же режиме работы лазера производят вапоризацию ложа кисты. Операция протекает бескровно. Операционное время составляет от 20 до 40 мин. Реактивные явления в виде гиперемии, нежного фибринозного налета и небольшого отека наблюдаются после операции в течение 3-5 дней. Болевые ощущения крайне незначительны. Нарушений дыхания или акта глотания не отмечается. Головная функция быстро восстанавливается.

Папилломатоз гортани

При наличии больших конгломератов папиллом последние захватывают пинцетом из набора для эндоларингеальной микрохирургии и отсекают лазерным лучом (мощность 20 Вт, импульсно-периодический режим, длительность импульса 0,2 с, пауза - 0,05 с). Таким образом удаляют основную массу папиллом. Для удаления папиллом из труднодоступных отделов гортани целесообразно использовать конусовидный протектор с отсосом. С его помощью раздвигают голосовую и вестибулярную складки, облегчая тем самым доступ к папилломам, расположенным в области гортанных желудочков. При расположении папиллом на нижне-медиальной поверхности голосовых складок этим же инструментом несколько ротируют голосовую складку кнаружи, а при расположении папилломы на нижней поверхности голосовых складок или под передней комиссурой ее удаляют лазерным лучом, отраженным от зеркала, которое вводят в подголосовое пространство. Незначительная кровоточивость при лазерной операции позволяет удалить папилломы более тщательно, чем традиционным способом.

При удалении папиллом трахеи и бронхов может быть использован один из двух методов.

Первый заключается в следующем: после трахеобронхоскопии и уточнения локализации папилломатозных разрастаний, удаление последних начинают с бронхов и дистальных отделов трахеи. Это сразу же облегчает задачу анестезиолога по поддержанию адекватной вентилляции легких. Кроме того, тубус лазерного бронхоскопа не травми-

рует коагуляционную пленку, образующуюся на месте удаленных папиллом и играющую защитную роль. Воздействие на папилломы начинают с участков, расположенных медиально, т.е. производят послойную вапоризацию папиллом.

Второй метод предусматривает начало удаления папиллом с проксимальных отделов. При этом конгломераты папиллом почти полностью отсекают лучом лазера и удаляют щипцами, что происходит практически бескровно. Далее производят вапоризацию небольших остатков папиллом и мест их расположения на слизистой оболочке трахеи и бронхов. Отдельные сложности, которые могут возникнуть у анестезиолога при обеспечении вентиляции легких, компенсируются значительным сокращением операционного времени.

Гранулемы гортани отсекают лучом лазера у их основания (мощность 20 Вт, импульсно-периодический режим, длительность импульса 0,2 с, пауза - 0,05 с). При обнаружении остатков гранулемы на месте отсечения производят вапоризацию этих же остатков в идентичном режиме работы лазера.

Аналогичной методики придерживаются при полипах и ангиофибромах гортани.

Рубцовые стенозы гортани

При полном заращении гортано-трахеального отдела рубцовой тканью используют конусовидный протектор, который вводят между голосовыми складками и по мере вапоризации рубцовой ткани продвигают его по созданному каналу вплоть до верхнего края трахеостомы. При передних комиссуральных синехиях используют овальные лопатки, которые заводят через сужение за рубец. У ранее трахеостомированных больных такую лопатку удобно вводить через стому, что, впрочем, не исключает и введение влажных марлевых салфеток.

В зависимости от толщины рубца, его локализации и протяженности используют различные параметры выходной мощности от 15 до 20 Вт. Рекомендуется импульсно-периодический режим: длительность импульса 0,1 - 0,2 с, пауза между импульсами, следовательно, и частота их следования, подбирается хирургом индивидуально с учетом требуемой плотности энергии (см.табл.6). Операции по устранению рубцов лазером могут быть произведены одномоментно или в два этапа с интервалом от недели до нескольких месяцев или несколько этапов. Это

обусловлено протяженностью и массивностью рубцов в разных отделах.

Введения протекторов или дилататоров в послеоперационном периоде не требуется, что является большим преимуществом лазерной хирургии. В случаях рестенозирования успеха у ряда больных удается добиться после повторной операции.

При локализации рубцов на уровне голосовых складок больным в послеоперационном периоде запрещают пользоваться голосом, а затем устанавливают щадящий режим в течение 14 - 18 дней.

При **абдукторных параличах гортани** производят одностороннюю лазерную ариеноидэктомию по следующей методике: ларингоскоп фиксируют в таком положении, чтобы намеченный к удалению хрящ был полностью обзорим. Сфокусированный лазерный луч мощностью порядка 10 Вт (режим импульсно-периодический) направляют на область проецирования рожковидного хряща. После освобождения от мягких тканей последний подвергают деструкции при той же мощности лазерного излучения. Длительность импульса 0,5 с, пауза - 0,05 - 0,1 с. Затем лазерным лучом освобождают от мягких тканей тело черпаловидного хряща и подвергают его деструкции вместе с голосовым отростком. Мощность лазерного излучения 15 Вт, длительность импульса - 0,1 с, пауза - 0,05 с. Мышечный отросток черпаловидного хряща сохраняют.

6.4. Применение ЛХА "Ланцет" в пластической хирургии и косметологии

6.4.1. Хирургическое лечение опухолей кожи и ее придатков

Опухоли кожи являются довольно распространенным заболеванием. Частота поражения злокачественными опухолями кожи по данным литературы в разных странах мира от 3 до 75 человек на 100 тыс. населения. Частота заболеваемости предопухолевыми и доброкачественными поражениями кожи в 3-4 раза выше, чем злокачественными (И.Р.Лазарев, 1973).

Новообразования кожи по клиническому течению делятся на злокачественные, доброкачественные и предраковые.

Существуют несколько видов лечения опухолей кожи - лучевая терапия, химиотерапия, хирургическая операция и комбинированное

лечение. Ни один из существующих на сегодняшний день методов и способов не может полностью удовлетворить хирургов, поэтому возникает необходимость поиска новых путей решения указанной проблемы.

Несомненный интерес в этой связи представляет использование углекислотного лазера. Надо отметить, что воздействие лазерного излучения на биологические структуры специфично и отлично от всех других известных видов физического воздействия. В основе взаимодействия лазерного излучения с кожей и подкожной клетчаткой являются физические свойства самого лазерного излучения, а также физико-биологические свойства кожи и подлежащих тканей. К физическим факторам лазерного излучения относятся: мощность действующей световой энергии, длина волны света, его монохроматичность, поляризованность, когерентность, режим излучения, время воздействия. К физико-биологическим свойствам кожи относятся: ее отражающая и поглощающая способность, теплопроводность, теплоемкость, величина потенциала кожи, степень пигментации и васкуляризации. Применение углекислотных лазеров в кожно-пластической хирургии при лечении опухолей кожи является обоснованным и перспективным. Такие преимущества лазера перед другими режущими инструментами, как надежный гемостаз, стерильность области операции и минимальное травмирование тканей позволяют применять его при различных хирургических вмешательствах.

6.4.1.1 Хирургическое лечение доброкачественных опухолей

В зависимости от распространенности и локализации доброкачественной опухоли рекомендуется выполнять следующие виды оперативных вмешательств:

- 1) лазерная фотокоагуляция,
- 2) лазерное иссечение опухоли с ушиванием краев раны,
- 3) лазерное иссечение опухоли с пластикой местными тканями.

Лазерная фотокоагуляция

Показанием к данному виду лечения являются опухоли диаметром до 1 см, если они локализируются на лице и шее. И опухоли диаметром не более 2,5 см на других участках тела. Лазерная фотокоагуляция показана также при расположении доброкачественных опухолей на нижнем или верхнем крае крыла носа, на кончике носа, на кожной части входа в полость носа, на внутренней поверхности ушных рако-

вин, в области верхних и нижних век, в области анального канала, или на участках, которые труднодоступны для операций с применением скальпеля, а также в тех случаях, когда операции с применением скальпеля могут привести к деформации органа или к плохому косметическому результату.

Техника лазерной фотокоагуляции заключается в следующем. Сама опухоль и подлежащие ткани максимально инфильтрируются 0,25% - 0,5% раствора тримекаина или новокаина. Это необходимо не только с целью анестезии, но и для создания защитного жидкостного барьера, предохраняющего окружающие ткани от температурного воздействия лазерного луча. Вапоризацию (испарение) опухоли начинают, как правило, с периферии, с границы со здоровой тканью, захватывая при этом ободок здоровой ткани до 1 мм, и ведут лазерный луч к центру опухоли. Лазерную фотокоагуляцию целесообразно производить сфокусированным лучом, диаметром 0,5 мм: режим излучения непрерывный, мощность - 3 - 5 Вт; плотность мощности - $0,25 - 1,0 \times 10^3$ Вт/см². Вариации мощности лазерного излучения зависят от локализации опухоли, так как толщина кожного покрова на различных участках тела вариабильна. В таблице 7 приведены параметры толщины кожи, эпидермиса и дермы у человека в различных областях тела, которые позволяют хирургу смоделировать параметры лазерного воздействия.

Увеличение мощности более 10 Вт при испарении нежелательно, так как при этом труднее контролировать глубину проникновения лазерного луча и формирование зоны коагуляционного некроза. Ее увеличение может неблагоприятно отразиться на косметическом результате лечения. Фотокоагуляцию доброкачественных опухолей необходимо, во избежании рецидива, осуществлять до исчезновения в ране обугленных участков, образующихся при сгорании плотных соединительно-тканых частей опухоли, которые могут распространяться в подкожно-жировую клетчатку. После операции рана обрабатывается 5% раствором перманганата калия. Повязка не накладывается.

Толщина различных участков кожи человека (мм)
(по К.А.Калентаевской, 1965)

область кожи	эпидермис	дерма	вся кожа
Голова			
лоб	0,1	2,1	2,2
волосистая часть	0,2	2,4	2,6
нос	0,1	2,1	2,2
верхняя губа	0,2	1,8	2,0
Грудь	0,1	3,0	3,1
Живот	0,1	2,3	2,4
Лобковая область	0,1	1,7	1,8
Спина	0,1	4,8	4,9
Ягодичная область	0,2	3,0	3,2
Плечо			
передняя поверхность	0,1	2,1	2,2
задняя поверхность	0,1	3,0	3,1
Предплечье			
передняя поверхность	0,1	1,8	1,9
Бедро			
передняя поверхность	0,1	2,3	2,4
задняя поверхность	0,2	3,1	3,3
Кисть			
тыльная поверхность	0,3	2,7	3,0
ладонная поверхность	0,7	1,9	2,6
Стопа			
тыльная поверхность	0,3	2,0	2,3
подошвенная поверхность	1,0	1,7	2,7

Лазерное иссечение с ушиванием краев раны.

Показанием к этому виду оперативного лечения являются доброкачественные опухоли более 1,0 см в диаметре, если они локализируются на лице и более 2,5 см в диаметре, при локализации на других участках человеческого тела. В основном эту группу составляют пациенты с фибромами, липомами и папилломами на широком основании,

предраковыми заболеваниями кожи, с ретенционными кистами слизистых оболочек и атеромами. В основном эти оперативные вмешательства проводятся под местной анестезией 0,25 - 1% раствором тримекаина или новокаина.

При всех операциях рекомендуется проводить предоперационную разметку на коже границ удаляемых тканей, наносимой раствором бриллиантовой зелени. Это значительно облегчает как планирование самой операции, так и ее окончательного результата.

Удаляемый участок с патологическим очагом после надсечения дермы скальпелем берется на держалки и проводят иссечение опухоли с помощью сфокусированного лазерного луча, диаметр светового пятна - 0,5 мм, режим - импульсно-периодический, мощность - 5 - 7 Вт, длительность импульса - 0,05 с, пауза между импульсами - 0,1 с; плотность энергии составит 7 - 8 Дж/мм² (см.табл. 5 и 6). Во время отсепаровки опухоли лазерным лучом мелкие кровеносные сосуды завариваются, на сосуды более 1 мм в диаметре необходимо накладывать кровоостанавливающие зажимы. После рассечения этих сосудов лучом лазера зажим снимается без наложения кетгутовых лигатур, так как стенки обескровленных сосудов почти во всех случаях свариваются между собой. Рана ушивается узловыми швами синтетической монофильной нитью на атравматической игле (4/0 - 6/0). Швы на коже обычно снимаются на 7 - 8 сутки, на лице на 3 - 5 сутки.

Лазерное иссечение с пластикой местными тканями

Операции с пластикой местными тканями показаны больным, с большими по площади поражениями доброкачественными опухолями, пигментно-бородавчатыми невусами, фибролипомами и при локализации опухолей на тех участках тела где невозможно, по тем или иным причинам, произвести операцию с использованием метода закрытия раны ушиванием на себя, в частности, в области лба, волосистой части головы, на ладонных поверхностях кистей и передних поверхностях голеней. В среднем размеры этих опухолей от 3 - 5 см в диаметре и более.

Если оперативное вмешательство объемно, обширно и травматично, то операцию проводят под внутривенным или общим интубационным наркозом. Однако и в этих случаях для защиты окружающих тканей от температурного воздействия лазерного луча следует вводить

в область операции индифферентные растворы (0,25 - 0,5% раствор тримекаина или новокаина).

Кожу до базального слоя рассекают обычным скальпелем по линии предварительной разметки вокруг опухоли. Опухоль фиксируют зажимами Кохера или держалками после чего проводят ее отсепаровку лазерным сфокусированным лучом. При импульсно-периодическом режиме мощность излучения составляет 5 - 7 Вт, длительность импульса - 0,05 - 0,1 с, пауза между импульсами - 0,1 с. Отсепаровку тканей лазерным лучом начинают с периферии. После вхождения в слой жидкости можно увеличить мощность до 15 Вт, что позволит увеличить скорость отсепаровки тканей. Опасность повреждения подлежащих тканей за счет защитного слоя введенной индифферентной жидкости практически исключается. Порядок проведения гемостаза такой же, как и при операциях описанных выше. После выкраивания лоскута кожи для пластики рану на донорском участке ушивают послойно, накладывая погружные кетгутовые швы внутри, на кожу - синтетическая монофильная нить на атравматической игле (4/0 - 6/0). Кожно-жировой лоскут фиксируют к краям дефекта только синтетической монофильной нитью на атравматической игле узловыми швами (5/0 - 6/0). Швы снимают на 7- 8 сутки после операции.

При опухолях на ножке (фиомы, папилломы), а также опухолях век, сухожильных и суставных ганглиев иссечение опухолей может производиться с применением лазерных зажимов. После выполнения местной инфильтрационной анестезии 1% раствором новокаина, отступя на 1см от основания опухоли на основание ножки опухоли с захватом прилежащих участков кожи накладывається лазерный зажим. Сфокусированным лучом лазера с диаметром пятна 0,2 мм, работающего в непрерывном режиме, мощностью на выходе 10 Вт (плотность мощности 32×10^3 Вт/см²) опухоль отсекают с таким расчетом, чтобы в зажиме осталась выступающая часть основания с прилежащей кожей. Остаток ткани удаляют испарением, которое производят расфокусированным лучом лазера - диаметр 0,7 мм, при этом пятна пилотного излучения разведены на расстояние до 1см (плотность мощности составляет $2,6 \times 10^3$ Вт/см²). После удаления инструмента на месте опухоли образуется достаточно прочный коагуляционный струп линейной формы, для укрепления которого обычно не требуется наложения швов.

Анатомическая особенность кожи век (истонченность и большая подвижность) позволяют применить данный метод даже при опухолях на широком основании. После введения 1% раствора новокаина под кожу века, она собирается в тонкую складку, в центре которой находится опухоль. На эту складку накладывается лазерный зажим. В связи с близостью глазного яблока окружающие ткани защищаются смоченными физиологическим раствором салфетками. Дальнейший ход операции аналогичен вышеописанному.

При удалении сухожильных ганглиев наложение зажима производится перпендикулярно ходу сухожилия с целью предотвращения его деформации. Направление наложения зажима при удалении суставных ганглиев не имеет принципиального значения. Образующийся коагуляционный струп герметически закрывает основание ганглия. В послеоперационном периоде необходима иммобилизация в течение 1 недели.

6.4.1.2. Хирургическое лечение злокачественных опухолей кожи

Лечение больных со злокачественными опухолями кожи представляет собой чрезвычайно трудную задачу и зависит от своевременного выявления заболевания в I - II стадии. Оперативные вмешательства, проводимые с использованием обычного скальпеля травматичны, что может способствовать попаданию раковых клеток в лимфатическое и кровеносное русло и метастазированию основного очага.

С помощью хирургического лазера можно избежать этих неприятностей и проводить не только радикальное или паллиативное удаление опухоли, но и, при необходимости, кожную пластику, то есть косметическое вмешательство. За счет герметизации кровеносных и лимфатических сосудов под воздействием лазерного излучения повышается радикальность хирургического лечения у онкологических больных.

Показаниями для применения лазерного излучения являются: базальноклеточный и плоскоклеточный рак кожи, меланома, диссеминанты меланомы, а также предраковые заболевания кожи и слизистых оболочек. Практически противопоказаний к использованию лазерного излучения при хирургическом лечении злокачественных опухолей нет.

Лазерное излучение с успехом применяется для лечения рецидивных и неоперабельных опухолей кожи и слизистых оболочек,

осложненных кровотечением, изъязвлениями, суперинфекцией и болями. Не смотря на то, что эти осложнения обычно не являются опасными для жизни больного в момент обращения его за помощью, тем не менее они препятствуют социальной адаптации пациентов. Очень показательно, что иссечение и/или обработка такой опухоли расфокусированным лучом углекислотного лазера избавляет пациентов от болей, неприятного запаха, чувства неполноценности и неуверенности.

Рекомендуются следующие хирургические вмешательства при лечении злокачественных опухолей кожи:

- 1) лазерная фотокоагуляция;
- 2) лазерное иссечение опухоли с ушиванием краев раны;
- 3) лазерное иссечение опухоли с пластикой местными тканями;
- 4) лазерное иссечение опухоли с пластикой свободными кожными лоскутами.

Лазерная фотокоагуляция

Эта методика рекомендуется у больных с базально- и плоскоклеточными формами рака кожи лица и полости рта, в стадии $T_1N_0M_0$, размер которых не превышает 0,5 см в диаметре. Техника операции заключается в следующем: кожа и подкожная клетчатка в области опухоли инфильтрируется раствором новокаина 0,5% 5 - 10 мл. Отступая на 3 - 4 мм от видимой границы опухоли, циркулярно от периферии к центру испаряется лазерным лучом кожа с патологическим образованием на всю толщу дермы до подкожно-жирового слоя. Режим излучения - непрерывный, мощность - 10 - 15 Вт, диаметр сфокусированного луча - 0,5 мм. Плотность мощности - $5,1 - 7,6 \times 10^3$ Вт/см². Этой мощности лазерного излучения достаточно, чтобы в течение 40 - 60 секунд полностью испарить патологическое образование, без термического повреждения окружающих тканей. При этом отмечается хороший гемостаз, абластичность и стерильность раневой поверхности. Рана обрабатывается 5% раствором перманганата калия, повязка не накладывается. В послеоперационном периоде незначительный отек держится в течение первых двух суток. Больные практически не предъявляют жалоб на боли, поэтому никакой обезболивающей терапии обычно не назначается.

Лазерное иссечение опухоли с ушиванием краев раны

Этот метод рекомендуется применять при базально- и плоскоклеточных формах рака кожи и слизистых оболочек в стадии $T_2N_0M_0$,

размер которых от 0,6 до 2,5 см в диаметре. Техника операции следующая: кожу или слизистую оболочку рассекают обычным скальпелем, отступя от видимой границы опухоли при базально-клеточных раках на 6 - 8 мм, при плоско-клеточных раках на 15 - 18 мм. Предварительно под опухоль вводится 0,25 - 0,5% раствор новокаина или тримекаина. Сфокусированным до 0,5 мм лучом лазера, мощностью 5 - 7 Вт в импульсно-периодическом режиме излучения (длительность импульса - 0,05 - 0,1 с, пауза - 0,1 с) производят иссечение опухоли в пределах намеченных границ. Наши исследования показали, что рассечение кожи сфокусированным лучом лазера после инфильтрации ее индифферентной жидкостью сопровождается образованием зоны коагуляционного некроза в пределах 100 - 150 мкм. Отсепаровка тканей осуществляется в строго заданном слое. Заживление лазерной раны протекает обычно в те же сроки, что и при использовании скальпеля, однако косметический эффект лучше. По завершении операции накладываются узловые швы синтетической монофильной нитью 4/0 - 6/0 на атравматической игле.

Лазерное иссечение опухолей с пластикой местными тканями

Данный метод оперативного лечения показан больным со злокачественными опухолями кожи в стадии T₁ и T₂ при наличии пальпируемых регионарных лимфоузлов и при отсутствии отдаленных метастазов, при локализации опухолей в челюстно-лицевой области и области кисти, а также в стадии T₃N₁M₀ при локализации в других областях человеческого тела. Диагноз необходимо верифицировать с помощью пункционно-цитологического или морфологического исследования по данным биопсии.

Техника и методика операции заключается в следующем. Предварительно раствором бриллиантовой зелени выполняется разметка линий и границ иссекаемых тканей и отсепаровки лоскутов. Под опухоль и окружающие ткани вводится раствор 0,5-1,0% анестетика. Затем по линии разметки рассекается кожа скальпелем, до базального слоя, а дальнейшая отсепаровка тканей осуществляется сфокусированным до 0,5 мм лучом углекислотного лазера мощностью 7 - 10 Вт. Режим излучения - импульсно-периодический: длительность импульса - 0,05 - 0,1 с, пауза - 0,1 с). Этот метод лазерной диссекции тканей разработан в ГНЦ лазерной медицины МЗ и МП РФ под руководством про-

фессора О.К.Скобелкина и назван методом лазерной фотогидравлической препаровки тканей (авт.свидет. № 628647, СССР).

Местнопластические операции обычно завершаются фиксацией лоскутов узловыми швами и адаптацией краев лоскута к ложу нитью 4/0 - 6/0 на атравматической игле. При операции на голове и шее повязок не накладывают. Швы снимают на 7 - 9 сутки.

Лазерное иссечение опухолей с пластикой свободным кожным трансплантатом

Эта методика операции применима у больных с плоско- и базальноклеточными формами рака кожи при локализации на коже в области лба, височной области, волосистой части головы, ладонных поверхностей кистей рук, голеностопных суставов, то есть там, где невозможно выполнить операцию закрытия раневого дефекта местными тканями или ушиванием. Очень хорошо использовать метод лазерной фотогидравлической препаровки. В начале операции, на этапе формирования границ лоскута и иссечения опухоли, рекомендуется использовать сфокусированный лазерный луч диаметром 0,5 мм. Режим излучения - непрерывный, мощность - 5 - 7 Вт. При мобилизации опухоли можно увеличить мощность излучения до 10 - 15 Вт.

Сформированный свободный кожный трансплантат подшивается к краям дефекта узловыми швами выполненными синтетическими монофильными нитями 4/0 - 6/0 на атравматической игле. Рану на донорском участке ушивают монофильной нитью 4/0. В случае невозможности ушить рану "на себя", применяются пластические приемы (мобилизация краев раны, дополнительные разрезы, встречные треугольные лоскуты). При операциях на голове и шее забор трансплантатов для свободной пластики осуществляем из заушной области или внутренних поверхностей плеча. При операциях на других участках тела забор свободных кожных лоскутов производится из области паховых отделов живота, боковых отделов грудной стенки и внутренних поверхностей бедер.

Использование методики лазерной фотогидравлической препаровки при кожно-пластических операциях позволяет значительно уменьшить неблагоприятные факторы воздействия лазерного излучения на кожные трансплантаты и окружающие ткани, сводя к минимуму термическое воздействие лазерного излучения на ткани. Используемая методика диссекции тканей создает благоприятные условия для заживления ран в послеоперационном периоде. Благодаря локальному тер-

мическому действию на сосуды в них образуются своеобразные коагуляционные лазерные тромбы, за счет чего препаровка тканей протекает бескровно, а коагуляция нервных окончаний не вызывает сильных болевых ощущений. Лазерное излучение обеспечивает стерильность операционного поля, что значительно снижает процент нагноений и отторжений трансплантатов. Процесс заживления ран протекает в обычные сроки с формированием нежных эластичных рубцов и с хорошим косметическим и функциональным результатом. Предлагаемые методики (с применением ЛХА "Ланцет") оперативного лечения опухолей в зависимости от размеров их, локализации, стадии процесса и мощности лазерного излучения позволяют практикующим врачам правильно выбрать метод хирургического лазерного лечения и добиться хороших отдаленных результатов.

6.4.2. Использование CO₂-лазеров при косметических операциях

ЛХА "Ланцет" с успехом может использоваться при пластических операциях в хирургической косметологии, таких как редуционная маммопластика, абдоминопластика, блефаро-пластика, отоластика, а также при лифтинге. По своим физическим характеристикам хирургический лазер удобно использовать в качестве скальпеля при рассечении разных по плотности тканей. Сенсорное переключение, возможность уменьшения или увеличения мощности и изменения других параметров лазерного излучения, предусмотренных в ЛХА "Ланцет", позволяют менять режимы работы лазера в процессе операции, что очень удобно при оперировании на разных по плотности структурах, при хорошем гемостазе и стерильности операционного поля.

Редуционная маммопластика - это операция коррекции молочной железы. Она заключается в удалении избытков кожи и стромы самой железы. В зависимости от этапа операции используется различная мощность лазерного излучения. При разметке на операционном столе используется лазерный луч в непрерывном режиме, диаметром 0,5 мм и мощностью до 5 Вт (плотность мощности $2,5 \times 10^3$ Вт/см²). Это позволяет сохранять разметку кожи до конца операции. На этапе адерматизации лоскута используется импульсно-периодический режим лазерного излучения: длительность импульса - 0,5 с, мощность - 10 Вт. При резекции стромы самой железы используется сфокусированный до 0,5 мм лазерный луч, мощность - 15 Вт в непрерывном режиме.

Применение ЛХА "Ланцет" при редуccionной маммопластики позволяет провести ее достаточно быстро с хорошим гемостазом и в асептичных условиях, т.е. с соблюдением всех необходимых условий пластической хирургии при которых достигается оптимальный результат.

Абдоминопластика - это прежде всего коррекция кожи, подкожной клетчатки, мышц и фасции передней брюшной стенки с косметической целью. Углекислотный лазер рационально использовать на этапе отсепаровки кожно-жировых лоскутов. Кожа до подкожно-жировой клетчатки рассекается скальпелем, а дальнейшая отсепаровка лоскута осуществляется сфокусированным до 0,5 мм лазерным лучом мощностью до 20 Вт в непрерывном режиме. Апоневроз и мышцы подшиваются лавсановой нитью 2/0. Кожа ушивается интрадермальным швом, проленовой нитью 4/0.

Лифтинг - это косметическая операция по удалению избытков кожи на лице. При этой операции использование сфокусированного лазерного луча сочетается с фотогидравлической препаровкой, что предотвращает термическое воздействие на окружающие ткани и возможную травматизацию подлежащих образований (фасции, ветвей лицевого нерва и сосудов височной области). При отсепаровке кожного лоскута используется непрерывное лазерное излучение, мощность 10 Вт, диаметр пятна - 0,5 мм.

Блефаропластика - операция по удалению избытков кожи нижних и верхних век и удалению околоорбитальных грыжевых мешков. При этой пластической операции также используется лазерная фотогидравлическая препаровка для удаления избытков кожи. Фокусировка лазерного луча - 0,3 мм, режим - импульсно-периодический, мощность - 5 Вт, длительность импульса - 0,05 - 0,1 с. Операция протекает совершенно бескровно и быстро. Кожа ушивается викрилом 6/0.

Отопластика - пластическая операция коррекции ушных раковин. При этой операции используется импульсно-периодический режим излучения: мощность - 5 Вт, длительность импульса - 0,05 - 0,1 с, пауза - 0,1 с, луч сфокусирован до 0,5 мм. Эти же параметры лазерного излучения применяются для коагуляции сосудов. Кожа ушивается непрерывным кетгутовым швом.

6.5. Применение ЛХА “Ланцет” в лечении гнойных и ожоговых ран

Цель оперативного вмешательства - ликвидация гнойного очага и создание оптимальных условий для заживления раны. Следует отметить необходимость дифференцированного подхода к выбору того или иного варианта оперативного вмешательства в соответствии с особенностями патологического процесса у конкретного больного (М.И.Кузин, В.М.Костючонок, 1990; В.И.Стручков с соавт., 1984). Самым ответственным моментом операции является решение вопроса об объеме иссечения нежизнеспособных тканей, и оно зависит от конкретной ситуации и опыта хирурга.

Применение углекислотного лазера в хирургическом лечении гнойных и ожоговых ран позволяет улучшить качество и усовершенствовать хирургическую обработку гнойного очага. В результате обработки ран высокоэнергетическим излучением СО₂-лазера снижается микробная обсемененность тканей, сокращается экссудативная фаза раневого процесса, активируется пролиферация клеточных элементов макрофагального и фибробластического ряда, ангио- и коллагеногенез, лежащие в основе формирования грануляционной ткани, что обуславливает сокращение сроков заживления ран.

При лечении ран лазерное излучение используется в следующих вариантах:

1. *Испарение патологического очага в пределах здоровых тканей.* Данная методика применяется при таких нозологических формах, как фурункул, карбункул, паронихий, конглобатный угорь, фолликулит, контагиозный моллюск, воспалившиеся и нагноившиеся папилломы, остроконечные кондиломы, вросший ноготь. Использование лазерного излучения позволяет добиться эффективного испарения патологически измененных тканей при минимальной травматизации подлежащих тканей, стимуляции процесса регенерации с образованием тонкого эластичного рубца в минимальные сроки.

Для испарения патологически измененных тканей рекомендуется применять импульсно-периодический режим, мощность - 20 Вт, диаметр светового пятна 0,5 или расфокусированный луч до диаметра 1,5 мм, длительность импульса от 0,5 до 1 секунды, длительность паузы

- 0,05 секунд. Эффективное испарение тканей происходит при плотности энергии более 1000 Дж/см^2 ; однако, чем короче импульс, тем меньше термическое поражение тканей; наибольшее термическое поражение тканей отмечается при непрерывном режиме, вследствие прогревания подлежащих тканей.

Луч лазера направляют перпендикулярно патологическому очагу и его постепенно испаряют. При этом нередко вскрываются мелкие абсцессы, особенно при фурункулах, карбункулах и конглобатных угрях, выделяющийся детрит экранирует подлежащие ткани от лазерного излучения, образуя карбонизированный струп. Поэтому вскрывшуюся полость необходимо промывать раствором перекиси водорода и осушать. Коагулированная кровь также сильно поглощает лазерное излучение, образуя карбонизированный струп в виде нагара, который также необходимо снимать влажной салфеткой. Во время испарения тканей лазерный луч плавно передвигают таким образом, чтобы каждый последующий импульс света на треть перекрывал предыдущий, образуя равномерной глубины канавку. Полноту испарения патологически измененных тканей контролируют визуально после промывания раневой поверхности раствором перекиси водорода и осушения ее. Окончательно после испарения тканей получается светло-матовая поверхность, на которую накладывают повязку с антисептиком. В дальнейшем производят перевязки с антисептиками до заживления раны под струпом.

2. Радикальное иссечение гнойного очага в пределах здоровых тканей. Данная методика может применяться при следующих заболеваниях: лигатурный свищ, нагноившаяся атерома, гнойный бурсит, воспалившийся ганглий, осумкованное инородное тело, гидраденит, фурункул, карбункул, абсцесс, длительно незаживающая рана, очаговый некроз, гинекомастия, пролежень, ожог ШБ - IV степени. Методика иссечения в пределах здоровых тканей предполагает одновременное ушивание раны первичными швами или выполнение ранней аутодермопластики.

Применение углекислотного лазера повышает качество операции в результате минимальной травматизации тканей, стерилизации раневой поверхности и стимуляции процесса регенерации, что уменьшает количество нарушений заживления ран (О.К.Скобелкин с соавт., 1990; П.И.Толстых с соавт., 1991; В.А.Дербенев, 1991). Рекомендуется импульсно-периодический режим: мощность - 20 Вт, диаметр светового пятна - 0,5 мм, длительность импульса - 0,05 с, длительность паузы

между импульсами - 0,05 с; или режим Медипульса. В начале пунктируют гнойный очаг и удаляют детрит, затем вводят раствор метиленового синего. После этого двумя дугообразными разрезами скальпелем рассекают кожу, а затем лазерным лучом рассекают ткани. Луч лазера направляют перпендикулярно линии рассечения, плавно его передвигая и оттягивая удаляемый очаг. Здоровые ткани рассекаются быстрее, чем инфильтрированные. Крупные сосуды берут на зажимы и лигируют. При неограниченных гнойных процессах, когда свищ или полость распространяется под фасцию или между мышцами, а также в полости организма, весь гнойный очаг единым блоком удалить невозможно. В этом случае иссекают свищ до полости или мышц, а далее лазерную обработку очага выполняют по методике, описанной ниже в 3 варианте.

При ожогах ШБ - IV степени производят иссечение струпа лазерным лучом. Если ожоговый некроз имеет большие размеры, то его несколькими параллельными разрезами разделяют на отдельные полосы, шириной 4 - 7 см каждая, а затем каждую перпендикулярными разрезами рассекают на квадраты. Квадратный участок кожи у края захватывают зажимом Кохера и, оттягивая лоскут, отсепааровывают его лазерным лучом до здоровых тканей. Операцию завершают наложением асептической повязки, а через 2 - 5 суток выполняют аутодермопластику. Применение лазерного иссечения ожогового струпа уменьшает в 2 - 4 раза кровопотерю, стимулирует гранулирование раневой поверхности и сокращает сроки подготовки к аутодермопластике.

3. Хирургическая обработка гнойной раны. Данная методика может быть применена при следующих процессах: инфицированная и гнойная рана различного генеза, абсцесс, флегмона, мастит, карбункул, лимфаденит, гидраденит, бурсит, нагноившаяся гематома, нагноившаяся атерома, панариций, пролежень, парапроктит, отморожения, некротические поражения стоп.

Радикальное иссечение гнойного очага в пределах здоровых тканей возможно лишь при отграниченных процессах, особенно хронических. При наличии воспалительной инфильтрации тканей радикальное иссечение невозможно или нерационально. В этих случаях выполняют широкое рассечение гнойного очага, вскрытие карманов и затеков скальпелем, эвакуацию гнойного детрита. Полость промывают, разводят крючками и осушают, затем скальпелем и ножницами иссекают большие участки некротизированных и пропитанных гноем тканей, формируя единую полость. Затем выполняют лазерную обработку.

Применение CO₂-лазера повышает качество хирургической обработки гнойной раны. В результате воздействия лазерного излучения достигается в 70% стерильность раневой поверхности, а также снижение микробной обсемененности тканей раны, что значительно ниже "критического" уровня. Под влиянием излучения CO₂-лазера сокращается экссудативная фаза воспаления, активируется пролиферация клеточных элементов макрофагального и фибробластического ряда, ангио- и коллагеногенез, лежащие в основе формирования грануляционной ткани.

Вначале расфокусированным лучом в непрерывном режиме (мощность - 20 Вт, диаметр светового пятна - 1 - 2 мм) обрабатывают всю раневую поверхность, плавно передвигая луч по стенкам и дну раны. Следует отметить, что некротизированные ткани по сравнению со здоровыми значительно легче коагулируются и испаряются. В результате этого на стенках и дне раны образуется ожоговый струп: рану промывают раствором перекиси водорода и осушают.

Рекомендуется первую обработку производить до образования карбонизированного струпа, затем его снимать салфеткой с раствором перекиси водорода, после чего контролировать жизнеспособность остающихся тканей раны. Жизнеспособные ткани имеют ярко-розовую окраску, они - сочные, легко кровоточат. Нежизнеспособные ткани имеют серую тусклую окраску; их необходимо вновь обработать лазерным лучом до образования карбонизации, снимая последовательно. Таким образом обрабатывают всю раневую поверхность до жизнеспособных тканей. Жизнеспособные ткани окончательно обрабатывают расфокусированным лазерным лучом в импульсно-периодическом режиме: мощность - 20 Вт, диаметр светового пятна - 4 - 6 мм, длительность импульса - 0,1 - 0,2 с, длительность паузы - 0,05 с, рекомендуемая плотность энергии - 20 - 30 Дж/см². При этом режиме не происходит образования карбонизированного струпа, а в наибольшей степени проявляется стимулирующее и стерилизующее воздействие лазерного излучения на ткани раны.

Операцию заканчивают введением турунд с растворами антисептиков. При адекватно выполненной обработке на следующие сутки из раны нет или очень скудное серозное отделяемое. Обработка ран CO₂-лазером приводит к ускорению их гранулирования и эпителизации, нормализации микроциркуляции и повышению устойчивости раны к микробной инвазии, что позволяет раньше накладывать вторич-

ные швы - на 3 - 5 сутки после операции, уменьшить число осложнений и сократить сроки заживления ран.

6.6. Применение ЛХА "Ланцет" в хирургии аноректальной области

Эпителиальный копчиковый ход и киста копчика

Больным с кистами копчика и эпителиальными копчиковыми ходами показано иссечение всех свищей и кисты с капсулой. Использование углекислотного лазера для иссечения копчиковых ходов и кисты по сравнению с выполнением операции традиционными инструментами приводит к минимальной травматизации подлежащих тканей, гладкому течению послеоперационного периода, позволяет сократить число осложнений вдвое и сроки заживления ран на 3 - 5 дней.

После прокрашивания свищей и кисты раствором метиленового синего двумя дугообразными разрезами, окаймляющими свищи и кисту, скальпелем рассекают кожу. Затем производят иссечение всех окрашенных тканей единым блоком лазерным лучом. Наиболее эффективно использовать для этого импульсно-периодический режим: мощность - 20 Вт, длительность импульса - 0,05 с, длительность паузы - 0,05 с, диаметр светового пятна - 0,2 мм, или режим Медипульса.

Луч лазера направляют перпендикулярно линии рассечения, оттягивая удаляемые ткани, и плавно передвигают по разрезу. Рекомендуется контролировать фокусировку светового пятна, чтобы красные пятна пилота не расходились. В некоторых случаях имеется интимное спяние кисты с надкостницей, в результате чего может произойти вскрытие полости и инфицирование раны гнойным содержимым. Тогда после иссечения пораженных тканей рану промывают раствором антисептика (хлоргексидин, фурациллин), осушают и обрабатывают расфокусированным лазерным лучом. Рекомендуется плотность энергии 15 - 20 Дж/см². Целесообразно использовать импульсно-периодический режим: мощность от 10 до 20 Вт, длительность импульса от 0,5 до 1 с, диаметр светового пятна - 0,2 мм. Для уточнения доз рекомендуется пользоваться таблицами 4 и 5. Импульсно-периодический режим приводит к минимальной травматизации тканей раны, адекватной стерилизации раневой поверхности и стимуляции регенерации, что приводит к гладкому течению послеоперационного периода. Операцию завершают ушиванием раны. Осложнения могут быть в результате передозировки энергии лазерного излучения, что приводит к карбонизации тканей. В

этом случае необходимо карбонизированный струп снять влажной салфеткой и скорректировать мощность и длительность импульсов.

Геморрой

Геморроидэктомию рекомендуется выполнять по методике НИИ проктологии, по которой этап отсечения узла производится лазерным лучом. Применение СО₂-лазера для хирургического лечения геморроя упрощает технику операции, само вмешательство - малотравматично, создаются условия для оперирования на "сухом" поле, уменьшается болевой синдром, снижается количество дизурических расстройств и числа послеоперационных осложнений, сокращаются сроки выздоровления.

После дивульсии ануса геморроидальный узел берут зажимом Алиса, на его ножку выше зубчатой линии перпендикулярно стенке анального канала накладывают изогнутый зажим Бильрота, а на основание узла вдоль стенки - другой зажим Бильрота. Узел отсекают лазерным лучом.

Рекомендуется применять непрерывный режим излучения: мощность - 20 Вт, диаметр светового пятна - 0,3 мм. Луч плавно передвигают вдоль линии рассечения, направление луча - перпендикулярно тканям. При этом наряду с отсечением узла происходит спаивание (сварка) краев слизистой и подслизистой. Для профилактики термического поражения стенки кишки под узел подводят влажный тампон.

После отсечения узла его ножку рекомендуется прошить и перевязать кетгутом, на образовавшееся некротоочащее ложе геморроидального узла целесообразно наложить узловое кетгутовое швы для удержания краев слизистой. Аналогично удаляют остальные узлы.

Операцию завершают введением в анальный канал газоотводной трубки и турунды, пропитанной винилином. Перевязку выполняют на следующий день. Закрепляющих стул препаратов не назначают.

Анальная трещина

Оперативное лечение показано при безуспешности систематической консервативной терапии и при хроническом течении. Применение углекислотного лазера для оперативного лечения анальной трещины малотравматично, позволяет манипулировать на "сухом" поле, способствует снижению болевого синдрома и более раннему формированию грануляционной ткани, а также ускорению эпителизации раневого

дефекта. Имеется две методики выполнения операции с лазерным излучением.

Первая методика заключается в иссечении трещины вместе со "сторожевым" бугорком лазерным лучом и дозированной сфинктеротомии. В анальный канал вводят ректальное зеркало, дивульсию ануса не производят; в прямую кишку вводят тампон, смоченный раствором антисептика, захватывают зажимом Алиса "сторожевой бугорок" и лазером оссекают трещину.

Рекомендуется применять непрерывный режим лазерного излучения: мощность - 20 Вт, диаметр светового пятна - 0,2 мм. Двумя полукруглыми разрезами, плавно передвигая луч вдоль линии разреза, иссекают "сторожевой бугорок", а также трещину вместе с пораженной криптой. Преимуществом операции является также биологическая сварка слизистой и подслизистой, поэтому нет нависания краев слизистой. Вслед за иссечением трещины при выраженном спазме сфинктера строго на 6 часах производят дозированную сфинктеротомию. Целесообразно применять импульсно-периодический режим: мощность - 20 Вт, длительность импульса - 0,05 с, длительность паузы - 0,05 с, или режим Медипульса. У мужчин рекомендуется рассекать 0,6 - 0,8 см, у женщин - 0,4 - 0,6 см сфинктера.

По второй методике выполняют испарение "сторожевого бугорка", трещины и орозоленных краев лазерным лучом. Рекомендуется использовать импульсно-периодический режим, мощность - 15 - 20 Вт, длительность импульса - 0,3 - 0,5 с, длительность паузы - 0,05 с, диаметр расфокусированного луча - 2 - 3 мм (доза лазерного воздействия подбирается индивидуально в соответствии с табл.4 и 5). При правильно подобранном режиме карбонизации тканей не должно отмечаться. Заднюю дозированную сфинктеротомию выполняют при наличии гипертонуса сфинктера также, как описано в первой методике. Операцию во всех случаях заканчивают введением в анальный канал газоотводной трубки и турунды с винилином. Применение СО₂-лазера для оперативного лечения анальной трещины способствует уменьшению болевого синдрома в послеоперационном периоде, ускорению гранулирования и эпителизации дефекта, уменьшению количества осложнений; позволяет получить хороший функциональный результат.

Острый и хронический парапроктит

При *остром парапроктите* выполняют экстренную операцию, во время которой вскрывают и дренируют все гнойные полости, уда-

ляют некротизированные и пропитанные гноем ткани, а также ликвидируют внутреннее отверстие свищевого хода в гнойную полость. Вскрытие полостей и иссечение нежизнеспособных тканей производят скальпелем и ножницами, затем рану промывают растворами антисептиков, осушают и широко разводят крючками; выполняют лазерный этап. Применение углекислотного лазера повышает качество операции, снижает микробную обсемененность тканей раны ниже "критического" уровня, сокращает экссудативную фазу воспаления, активизирует рост и созревание грануляционной ткани, что позволяет уменьшить количество осложнений и сроки заживления ран.

В начале рекомендуется использовать непрерывный режим лазерного излучения: мощность - 5 - 10 Вт, диаметр светового пятна - 0,5 мм. Плавно передвигая луч по стенкам и дну раны, коагулируют и испаряют некротизированные и пропитанные гноем ткани, плотные фибриновые наложения, содержащие основную массу микрофлоры, до образования карбонизированного струпа. Этот струп рекомендуется снять влажной салфеткой, после чего контролируют жизнеспособность остающихся тканей, нежизнеспособные ткани вновь обрабатывают лазерным лучом, до образования карбонизации тканей и вновь струп снимают влажной салфеткой. Окончательно всю раневую поверхность рекомендуется обработать лазерным излучением в импульсно-периодическом режиме: мощность - 15 - 20 Вт, длительность импульса - 0,5 - 1 с, длительность паузы - 0,05 с, диаметр светового пятна расфокусированного луча - 5 - 6 мм. Рекомендуемая плотность энергии для обработки поверхности раны составляет 15 - 20 Дж/см² (см. табл.4 и 6). Операцию завершают введением турунд с антисептиками и газоотводной трубки.

При *хроническом парапроктите* используют различные варианты операций в зависимости от особенностей свищевого хода. Интрасфинктерные и трансфинктерные свищи иссекают в просвет кишки. Рекомендуется использовать лазерное излучение в непрерывном режиме: мощность - 20 Вт, диаметр светового пятна - 0,2 мм. Свищ прокрашивают раствором метиленового синего, вводят в него зонд и иссекают единым блоком. Следует отметить, что лазерным лучом рассекают и кожу. В отличие от свищей и гнойных очагов другой локализации, при этом не образуются нависания краев кожи и рана имеет ладьевидную форму. Если имеются гнойные затеки, то после иссечения свища лазерным лучом вскрывают затек, промывают его раствором антисептиков и обрабатывают все стенки гнойной полости как и при

остром парапроктите. Операцию завершают в зависимости от отношения свища к тканям сфинктера с частичным ушиванием дна раны и волокон сфинктера, или без ушивания, а также введением газоотводной трубки и турунды с мазью.

Папилломы, полипы, карункулы, остроконечные кондиломы

Полипы анального канала иссекают лазерным лучом. Рекомендуется использовать непрерывное лазерное излучение: мощность - 20 Вт, диаметр светового пятна - 0,5 мм. После иссечения полипа на слизистую анального канала накладывают отдельные кетгутовые швы.

Папилломы, карункулы, остроконечные кондиломы испаряют лазерным лучом. Рекомендуется применять импульсно-периодический режим: мощность - 20 Вт, длительность импульса - 0,3 - 0,8 с, длительность паузы - 0,05 с. Луч лазера направляют под углом к основанию патологического образования на границе со здоровой кожей. Диаметр светового пятна - 0,5 мм, плотность энергии, рекомендуемая для испарения патологических тканей, должна быть не менее 1000 Дж/см² при минимальном времени воздействия. Если время воздействия превышает 1 - 1,5 с, то происходит образование карбонизированного струпа. Расчет дозы энергии производится по таблицам 4 и 5. При образовании карбонизированного струпа его снимают влажной салфеткой и уточняют дозу, а затем испаряют ткани без карбонизации раневой поверхности. Операцию завершают наложением асептической повязки. В послеоперационном периоде происходит заживление раневой поверхности под струпом, без образования грубого рубца.

6.7. Применение ЛХА "Ланцет" в гинекологии

Высокоэнергетическое излучение СО₂-лазера может быть эффективно использовано при лечении заболеваний наружных и внутренних половых органов. В оперативной гинекологии углекислотный лазер может быть использован при операциях ампутации и экстирпации матки, клиновидной резекции яичников, консервативной миомэктомии, эндометриозе. Применение углекислотного лазера способствует уменьшению травматичности операции, улучшению гемостаза, повышению надежности швов, уменьшению болевой чувствительности, ускорению заживления лазерных ран с формированием более нежного

рубца, сокращению количества осложнений и сроков выздоровления (Н.М.Побединский, 1992).

Лазерное излучение используют на этапах **отсечения матки** при ампутации или экстирпации, а также при отсечении кисты при клиновидной резекции яичника. Рекомендуется использовать непрерывное лазерное излучение: мощность - 20 Вт, диаметр светового пятна - 0,5 мм. После отсечения получается стерильная поверхность, с хорошим гемостазом, отсутствием нависания краев, что облегчает и ускоряет выполнение следующего этапа - перитонизации раневой поверхности.

При **консервативной миомэктомии** излучение CO₂-лазера используют для отсечения миоматозных узлов, или для выпаривания мелких субсерозных узлов. Рекомендуется применять непрерывный режим лазерного излучения: мощность - 20 Вт, диаметр светового пятна - 0,5 мм. Для испарения мелких субсерозных узлов используют импульсно-периодический режим лазерного излучения: мощность - 10 Вт, диаметр светового пятна - 0,5 мм, длительность импульса - 0,3 - 0,6 с, длительность паузы - 0,05 с. Воздействие лазерным лучом начинают на границе узла, плавно передвигая луч, отсекая или испаряя патологически измененные ткани.

При **эндометриозе** излучение CO₂-лазера применяется для испарения эндометриоидных кист небольших размеров или для обработки ложа большой кисты после ее удаления с целью профилактики рецидивов. Рекомендуется использовать импульсно-периодический режим лазерного излучения: мощность - 5 - 10 Вт, диаметр светового пятна - 0,5 мм, длительность импульса - 0,3 - 0,5 с, длительность паузы - 0,05 с. Плотность энергии должна быть не менее 1000 Дж/см². Расчет доз рекомендуется производить по табл.4 и 5. Использование углекислотного лазера сокращает время операции, упрощает технику, уменьшает кровоточивость раневой поверхности и приводит к заживлению ран с формированием более нежного рубца без осложнений.

Заболевания наружных половых органов

Излучение CO₂-лазера эффективно при лечении заболеваний наружных половых органов. Остроконечные кондиломы, папилломы и полипы отсекаются лазерным лучом по методике, описанной в разделе 6.5 (Лечение ран). Лечение доброкачественных заболеваний шейки матки, влагалища и вульвы производят с учетом нозологической формы заболевания. Воздействие CO₂-лазера показано при следующих

процессах: простых, умеренно выраженных и тяжелых дисплазиях эпителия шейки матки; лейкоплакиях шейки матки, особенно при распространении процесса на своды влагалища, где применение других методов лечения затруднительно; эритроплакиях шейки матки; рецидивирующих фоновых заболеваниях (псевдоэрозиях, эктопиях, эрозированных эктропионах), возникающих после других методов лечения; неэффективности консервативного и хирургического методов лечения; ретенционных кистах шейки матки и влагалища; рубцовой деформации шейки матки; краурозе вульвы.

Противопоказаний для лечения CO₂-лазером нет. Не рекомендуется выполнять операцию при наличии воспаления придатков матки, выделении патогенной и условно патогенной микрофлоры в секрете до проведения курса антибиотикотерапии и ликвидации инфекции. Оптимальным сроком воздействия CO₂-лазера является первая фаза менструального цикла (5 - 7 день).

В первую очередь рекомендуется обрабатывать заднюю поверхность шейки матки до наружного зева, затем переднюю поверхность, в заключение - область наружного зева и заднюю треть цервикального канала (область будущего эпителиального стыка). Такая последовательность обусловлена уменьшением риска начала кровотечения в начале операции. В редких случаях возникновение кровотечения после выпаривания достаточно больших объемов ткани операцию заканчивают тугим тампоном шейки матки.

Конизация шейки матки с CO₂-лазером

Показанием к конизации влагалищной части шейки матки являются: дисплазия средней и тяжелой степени, эктропион, деформация шейки матки. В зависимости от объема повреждения конизация проводится от 1 до 3 см высотой конуса. После обработки половых органов и влагалища антисептиками, шейка матки обнажается в зеркалах. После определения необходимого объема конизации производят выпаривание пораженных тканей шейки матки. Рекомендуется использовать импульсно-периодический режим лазерного излучения: мощность - 5 - 10 Вт, диаметр светового пятна - 0,5 мм, длительность импульса - 0,1 - 0,3 с, длительность паузы - 0,05 с. Плотность энергии, адекватная для испарения и коагуляции тканей должна составлять 700 - 1000 Дж/см².

В процессе обработки лазерным лучом поверхность шейки матки становится белесоватой, покрывается тонкой пленкой коагулированных тканей. При длительном воздействии может образоваться кар-

бонизированный струп который в этом случае легко отслаивается, что может способствовать развитию кровотечения из мелких артерий. В таком случае струп снимают, осушают поверхность шейки матки и воздействуют лучом при плотности энергии 600 - 800 Дж/см², то есть увеличивая диаметр пятна и время длительности импульса, до появления тонкой коагуляционной пленки. После окончания выпаривания патологических тканей операцию завершают укладыванием в дефект тампона с метилурациловой мазью. При кровотечении из крупных артериальных стволов остановку кровотечения производят перевязкой ветвей маточных артерий на “3 и 9 часах”.

Лазерная конизация шейки матки является абластичной, асептической, практически бескровной; кровотечения отмечаются редко; заживление, как правило, происходит без осложнений; отсутствуют стенозы и рубцы. Поэтому лазерная конизация может использоваться как в условиях стационара, так и амбулаторно.

Для лечения *лейкоплакий, эритроплакий, псевдоэрозий шейки матки, ретенционных кист шейки матки и влагляища* используют комбинацию лазерной коагуляции и лазерного испарения. Рекомендуется использовать импульсно-периодический режим лазерного излучения: мощность - 5 - 10 Вт, диаметр светового пятна - 0,5 мм, длительность импульса - 0,1 - 0,5 с, длительность паузы - 0,1 с. Наиболее эффективное испарение отмечается при плотности энергии более 1000 Дж/см², но при этом менее выражена коагуляция тканей, для коагуляции тканей оптимальные дозы - 600 - 800 Дж/см².

Параметры лазерного воздействия подбираются индивидуально по таблицам 4, 5 и 6. Рекомендуемая глубина испарения тканей составляет от 1 до 3 мм, полноту удаления патологически измененных тканей контролируют кольпоскопически; оставляются лишь устья цервикальных желез, которые являются источником регенерации эпителия шейки матки. При сохранении устья желез полная эпителизация происходит за 21 - 28 дней, удаление устья желез приводит к удлинению сроков эпителизации до 1,5 - 2 месяцев.

Лечение *эндометриоза шейки матки* с использованием углекислотного лазера является также высокоэффективным. Рекомендуется для испарения и коагуляции использовать импульсно-периодический режим лазерного излучения: мощность - 5 - 10 Вт, диаметр светового пятна - 0,5 мм, длительность импульса - 0,1 - 0,5 с, длительность паузы - 0,1 с; плотность энергии - от 600 до 1200 Дж/см². Глубина испарения тканей на шейке матки 1,0 - 4,0 мм, во влагляище - 1,0 - 2,0 мм.

При рубцовых деформациях шейки матки применяют либо коагуляцию, либо рассечение имеющихся спаек и рубцов лазерным излучением. Для рассечения спаек рекомендуется импульсно-периодический режим лазерного излучения: мощность - 10 Вт, диаметр светового пятна - 0,2 мм, длительность импульса - 0,3 - 0,5 с, длительность паузы - 0,05 с.

Крауроз вульвы хорошо поддается лечению CO₂-лазером. Рекомендуется использовать импульсно-периодическое лазерное излучение: мощность - 10 Вт, диаметр светового пятна - 0,5 - 1,0 мм, длительность импульса - 0,4 - 0,6 с, длительность паузы - 0,01 с. Операцию заканчивают после испарения тканей на глубину 1 - 2,5 мм наложением маевой повязки.

В процессе заживления шейки матки после лазерного воздействия кольпоскопическая картина имеет некоторые особенности. После удаления патологического очага на границе здоровой ткани формируется зона поверхностного коагуляционного струпа, глубина которого не превышает 0,3 - 0,5 мм. В отличие от диатермокоагуляции и криовоздействия вся патологическая ткань испарена, коагуляционный некроз располагается в пределах здоровых тканей. Особенность заживления лазерных ран заключается в сокращении фазы экссудации, незначительной нейтрофильной инфильтрации, стимуляции регенерации и эпителизации, поэтому заживление лазерных ран шейки матки и влагалища происходит в минимальные сроки с хорошим функциональным результатом. На 2 - 3 сутки на коагулированной поверхности видна пленка серого цвета, толщиной до 1 мм. С 4-х суток начинается очищение раневой поверхности, а с 8-х суток - эпителизация. Через 2 недели видны участки краевой и очаговой эпителизации на чистой раневой поверхности. В основном эпителизация заканчивается к 21 - 28 дню. В результате эпителизации шейки матки заново образуется эпителиальный стык, который доступен кольпоскопическому осмотру. Контрольный осмотр рекомендуется через одну, две и шесть недель после лазерного воздействия.

Влияние лазерного воздействия на шейку матки на нейроэндокринную регуляцию. Высокоэнергетическое излучение CO₂-лазера оказывает значительное влияние на механизмы нейроэндокринной регуляции при воздействии на шейку матки. В работах Н.М.Побединского с соавт. (1990, 1993) отмечается, что после CO₂-лазерного воздействия на шейку матки повышается уровень эстрогенов

в 1,5 - 1,7 раза, а прогестерона - почти в 2 раза. Это, возможно, связано с возбуждением рецепторов шейки матки и стимуляцией шеечно-гипоталамического рефлекса. В этой связи оптимальным временем оперативного вмешательства с использованием СО₂-лазера является первая фаза менструального цикла, 5 - 7 сутки.

После воздействия СО₂-лазера на шейку матки в значительном числе наблюдений отмечается восстановление регулярного менструального цикла. Вследствие нормализации менструальной функции и активации гипоталамо-гипофизарной системы стимулируется и овуляция, поэтому повышается вероятность развития беременности. Этим также обуславливается и благоприятное действие на ЦНС при климактерическом синдроме. При длительном воздействии СО₂-лазера на шейку матки может наблюдаться не только местное отрицательное проявление в виде толстого карбонизированного струпа из обугленных тканей, но и перерождение рецепторов шейки матки и гипоталамо-гипофизарной системы, что может сопровождаться задержкой месячных. Исходя из этого рекомендуется время лазерного воздействия на шейку матки ограничивать тремя минутами, а также использовать импульсно-периодический режим, оказывающий меньшее термическое повреждение подлежащих тканей.

В целом, применение углекислотного лазера для хирургического лечения большого числа гинекологических заболеваний как в стационаре, так и в условиях поликлиники является высокоэффективным и доступным; позволяет улучшить ближайшие и отдаленные результаты лечения.

6.8. Применение ЛХА "Ланцет" в урологии

Излучение углекислотного лазера с успехом применяется при различных формах урологической патологии. Применение СО₂-лазера упрощает технику оперативных вмешательств в условиях хорошего гемостаза и при минимальной травматизации подлежащих тканей, стимулирует заживление послеоперационных ран, уменьшает количество осложнений и сокращает сроки выздоровления. Характер патологии определяет особенности применения излучения СО₂-лазера при оперативных вмешательствах.

6.8.1 Заболевания наружных половых органов

Остроконечные кондиломы полового члена. После обработки члена антисептиками, кондиломы испаряют лазерным лучом. Рекомендуется использовать импульсно-периодический режим лазерного излучения: мощность - 5 - 10 Вт, диаметр светового пятна - 0,5 мм, длительность импульса - 0,3 - 0,5 с, длительность паузы - 0,05 с. Рекомендуемая плотность энергии - 800 - 1000 Дж/см². Операцию завершают наложением асептической повязки.

Олеогранулемы полового члена. Часто в результате присоединения инфекции процесс приобретает гнойно-воспалительный характер с образованием изъязвлений, участков некроза и свищей. Применение СО₂-лазера позволяет выполнять операцию не дожидаясь полного купирования гнойного воспаления. Производят иссечение патологически измененных тканей крайней плоти полового члена или испаряют небольшие отграниченные образования. Рекомендуется применять импульсно-периодический режим лазерного излучения: мощность - 5 - 10 Вт, диаметр светового пятна - 0,5 мм, длительность импульса - 0,3 - 0,5 с, длительность паузы - 0,05 с. При выпаривании можно расфокусировать лазерный луч до диаметра 1 - 2 мм, длительность импульса 0,4 - 0,7 с, длительность паузы - 0,05 с. При этом режиме хорошо коагулируются и испаряются патологически измененные ткани, образуется тонкий белесоватый коагуляционный струп. В процессе испарения лазерный луч плавно передвигают на 2/3 светового пятна; скорость перемещения лазерного луча по поверхности примерно 10 мм/с. Операцию заканчивают наложением редких кетгутовых швов.

Полипы и папилломы терминального отдела мочеиспускательного канала подлежат иссечению у основания или коагуляции. Рекомендуется применять импульсно-периодический режим лазерного излучения: мощность - 10 - 15 Вт, диаметр светового пятна - при иссечении - 0,3 мм; при испарении и коагуляции: мощность - 5 - 10 Вт, диаметр светового пятна - 0,5 мм, длительность импульса - 0,3 - 0,5 с, длительность паузы - 0,1 с. Испарение также начинают у основания полипа.

Фимоз и парафимоз. При фимозе больным показана циркумцизия, при парафимозе - вначале рассечение ущемляющего кольца, проведение противовоспалительной терапии и, после стихания воспаления, циркумцизия. Применение углекислотного лазера за счет выраженного противовоспалительного, стерилизующего, гемостатического и стимулирующего регенерацию действия при минимальной травматизации подлежащих тканей позволяет производить у больных с парафи-

мозом одномоментную операцию - обрезание крайней плоти вместе с ущемляющим кольцом и наложением узловых швов (А.Д.Никольский с соавт., 1990, 1993). Рекомендуется использовать импульсно-периодический режим лазерного излучения: мощность - 15 - 20 Вт, диаметр светового пятна - 0,5 мм, длительность импульса - 0,3 - 0,5 с, длительность паузы - 0,05 с. После наложения отдельных узловых кетгутовых швов накладывают асептическую повязку.

Водянка оболочек яичка. Применение углекислотного лазера позволяет производить практически бескровную с минимальной травматизацией резекцию оболочек яичка - один из ответственных этапов операции. После мобилизации семенного канатика с яичком, наносят точечное отверстие в оболочках, через которое вводят лазерный зажим для рассечения стенок полых органов, и на зажиме рассекают оболочки на стороне противоположной семенному канатику. Затем, отступя от яичка и семенного канатика на 0,5 - 1,0 см, с помощью этого же инструмента выполняют иссечение оболочек. Рекомендуется импульсно-периодический режим лазерного излучения: мощность - 20 Вт, диаметр светового пятна - 0,5 мм. После отсечения оболочек лучом СО₂-лазера отмечается хороший гемостаз, что позволяет ушивать рану наглухо. В послеоперационном периоде болевой синдром незначительный, осложнений не отмечается.

6.8.2 Операции на мочевом пузыре

Вскрытие стенки мочевого пузыря. После мобилизации стенки мочевого пузыря берут ее на держалки и лучом лазера наносят точечное отверстие. Имеющаяся в пузыре моча служит экраном и предупреждает поражение противоположной стенки пузыря. Затем через отверстие вставляют нижнюю браншу лазерного зажима для пересечения полых органов, стенку пузыря сдавливают браншами и пересекают лазерным лучом. Рекомендуется использовать непрерывный режим лазерного излучения: мощность - 20 Вт, диаметр светового пятна - 0,5 мм. Разрез выполняют через щель верхней бранши лазерного зажима. После рассечения стенки пузыря лазерным лучом отмечаются: полный гемостаз и сваривание всех слоев стенки. Для продления разреза лазерный зажим накладывают дальше и пересекают стенку.

После пересечения стенки мочевого пузыря в результате минимальной травматизации тканей, адекватного гемостаза после ушивания

раны воспалительная реакция незначительная, заживление идет без осложнений с образованием эластичного рубца, без грубой деформации тканей. Применение CO₂-лазера позволяет упростить технику операции, уменьшить количество послеоперационных осложнений и сократить сроки лечения.

Пересечение стенки мочевого пузыря лучом углекислотного лазера применяют при наложении цистостомы, операциях по поводу камней мочевого пузыря, мочепузырных свищей, сегментарной резекции стенки мочевого пузыря.

Иссечение доброкачественной опухоли мочевого пузыря.

Производят рассечение стенки мочевого пузыря лазерным лучом. Опухоль оттягивают окончатый зажимом и отсекают лазерным лучом у основания. Рекомендуется непрерывное лазерное излучение: мощность - 20 Вт, диаметр светового пятна - 0,5 мм. После этого раневую поверхность и края слизистой оболочки обрабатывают лазерным лучом в импульсно-периодическом режиме: мощность - 5 - 8 Вт, диаметр светового пятна - 0,5 мм, длительность импульса - 0,1 - 0,3 с, длительность паузы - 0,1 с; плотность энергии - 400 - 600 Дж/см². Операцию завершают наложением через контрапертуру эпицистостомы, тонким дренажом и ушиванием пересеченной стенки. Место удаления опухоли эпителизируется без осложнений и грубого рубцевания.

После операций на мочевом пузыре с использованием углекислотного лазера в меньшей степени отмечаются дизурические явления, значительно менее выражен болевой синдром, больные чувствуют себя хорошо, полностью восстанавливается функция мочевого пузыря. Лазерный ожоговый струп отходит в течение 10 - 12 дней, что позволяет в эти сроки удалять дренаж из мочевого пузыря. Кровотечения в послеоперационном периоде не отмечается. Естественное мочеотделение после удаления дренажа восстанавливается быстро и без осложнений. Все это сокращает сроки стационарного лечения и амбулаторной реабилитации больных.

6.9. Применение ЛХА “Ланцет” в амбулаторных условиях

Опыт использования лазерных установок в условиях поликлиники еще пока невелик, однако перспективы амбулаторной лазерной хирургии многообещающие. В хирургических отделениях поликлиник в настоящее время наиболее целесообразно

применять компактный ЛХА “Ланцет”, который занимает мало места, достаточно мобилен, не требует водяного охлаждения и обладает мощностью, вполне достаточной для выполнения практически всех амбулаторных хирургических вмешательств. Время, затрачиваемое на подготовку лазерной установки к работе не превышает 2 мин., и производится средним медицинским персоналом. Средняя величина времени при проведении амбулаторных операций составляет 25 - 30 мин. при использовании стандартного набора хирургических инструментов. Время, необходимое для выполнения амбулаторной операции с лазером в среднем составляет 16 ± 3 мин. (О.К.Скобелкин и соавт., 1987). Сокращение времени операции происходит за счет совершенного гемостаза, который осуществляется одновременно с рассечением тканей.

Излучение углекислотного лазера, обладающее выраженным и эффективным гемостазом, бактерицидным эффектом возможностью испарения патологически измененных тканей, а также применение метода фотогидравлической препаровки имеет значительные преимущества перед традиционными методами амбулаторных хирургических вмешательств. При этом упрощаются методики удаления опухолей размером до 2,5 см путем их испарения, сокращаются сроки подготовки и проведения операции, расширяется возможность визуального контроля при испарении опухолей, что является важным фактором профилактики рецидивов опухолевого роста.

Помимо этого, лазерное излучение обеспечивает полноценную санацию гнойной раны путем испарения гнойно-некротических тканей и стерилизации раневой поверхности. В послеоперационном периоде уменьшается болевой синдром, снижается частота перевязок, упрощается ведение послеоперационного периода.

В амбулаторных условиях могут выполняться самые разнообразные хирургические вмешательства с использованием ЛХА “Ланцет”. Это удаление доброкачественных поверхностно расположенных опухолей мягких тканей (липом, атером, фибром, гигром, остеофитов ногтевых фаланг пальцев), вмешательства по поводу гнойно-воспалительных заболеваний кожи, подкожной клетчатки и костей, случайных ран мягких тканей, длительно незаживающих ран и трофических язв, вросшего ногтя и др.

Особенности использования ЛХА “Ланцет” при удалении доброкачественных опухолей кожи, в лечении гиперкератоза, бородавок, кожного рога, а также капиллярных гемангиомах, ограниченных гнойно-воспалительных заболеваниях мягких тканей, случайных ранений, длительно незаживающих ран, трофических язв, вросшего ногтя и т.п. подробно описаны в разделах 6.4 и 6.5 настоящего руководства. Следует отметить, что объем оперативного вмешательства и выбор обезболивания в амбулаторных условиях определяется индивидуально с учетом характера патологического процесса и состояния больного. Прогнозируемая возможность расширения объема оперативного вмешательства и осложнения требуют госпитализации больного и выполнения операции в условиях стационара под общим обезболиванием.

При правильно выбранных показаниях и адекватной оценке состояния больного применение ЛХА “Ланцет” для хирургических вмешательств в амбулаторных условиях позволяет улучшить косметические результаты операций, сократить сроки нетрудоспособности больных в 1,8 раза.

Глава 7

ПРАВИЛА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ЛХА "ЛАНЦЕТ"

При работе с ЛХА “Ланцет”, как и с другими хирургическими лазерными установками, необходимо соблюдение правил лазерной безопасности. Лазерная безопасность - это совокупность технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических и организационных мероприятий, которые обеспечивают безопасные условия труда персонала и эксплуатации лазерных аппаратов в медицинских целях.

Правила лазерной безопасности при работе с ЛХА “Ланцет” и другими хирургическими лазерными установками основываются на следующих нормативных документах: 1) Санитарные нормы и правила устройства и эксплуатации лазеров (Минздрав РФ, № 5804-91); 2) Отраслевой стандарт - Охрана труда и здоровья работающих с лазерным излучением (Минприбор СССР, ОСТ 25-1296-88); 3) Стандарт международной электротехнической комиссии “Радиационная безопасность лазерных изделий, классификация оборудования, требования и руко-

водство для потребителей” (Стандарт МЭК публ. 825, Женева, 1984); 4) ГОСТ Р 50723-94 “Лазерная безопасность”; 5) Методические рекомендации Главного санитарного управления МЗ СССР “Оптимизация условий труда хирургов при работе с СО₂-лазерами. М., 1987.

Лазерные хирургические аппараты, в том числе и на СО₂-лазерах, относятся к III классу гигиенической классификации лазеров (медицинские), т.е. при их использовании предусмотрено прямое воздействие лазерного излучения на человека (пациента) по соответствующим показаниям, в медицинских учреждениях, в соответствующей дозе и подготовленным персоналом, имеющим разрешение на работу с лазерами. Следует помнить, что во всех сферах применения лазеров, кроме медицины, запрещено воздействие на человека прямым лазерным излучением. Поэтому при работе с ЛХА “Ланцет” запрещается:

- смотреть навстречу прямому лучу лазера;
- вносить в зону лазерного луча блестящие предметы (часы, кольца и т.п.), способные вызвать его отражение;
- оставлять без присмотра включенную в сеть лазерную установку.

К работе с аппаратом допускаются лица, достигшие 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, прошедшие подготовку на курсах специализации по лазерной медицине и имеющие I квалификационную группу по технике безопасности и разрешение на работу с лазерами (Приказ Минздрава РФ № 162 от 19.05.92).

При работе с хирургическими лазерами, в том числе и с СО₂-лазерами, на медицинский персонал могут дополнительно воздействовать следующие факторы:

- шум от работающей лазерной установки;
- газы и аэрозоли, являющиеся продуктами взаимодействия лазерного излучения с биологическими тканями.

Время работы медицинского персонала с лазерными хирургическими установками значительно варьирует в течение рабочего дня и недели и зависит от вида и количества проводимых операций и манипуляций. В общей хирургии оно составляет до 5 - 15 минут, в онкологии - до 1,5 часов, в пластической хирургии до 2-3 часов за время одной операции.

Уровни лазерного излучения на рабочих местах хирургов при проведении операций с помощью СО₂-лазера определяются отражательной способностью биологических тканей и хирургического ин-

струмента, на которые попадает лазерный луч. При использовании во время операций обычного хирургического инструмента уровни отраженного лазерного излучения на рабочих местах хирургов превышает ПДУ в 2-4 раза и возрастает более чем на 2 порядка при зеркальном отражении от инструмента. Применение специальных хирургических инструментов с матовой поверхностью и снабженных защитными экранами, обеспечивает значительное снижение уровней отраженного лазерного излучения в рабочей зоне хирургов.

Уровни звука, создаваемые работой лазерными аппаратами, составляют от 53 до 57 дБл. Шум имеет постоянный характер, широкополосный спектр, с преобладанием уровней звукового давления в области высоких частот. При одновременной работе лазерной установки и другого оборудования операционной, уровни шума возрастают до 64 - 70 дБл (ПДУ = 50 дБл). При работе с ЛХА "Ланцет" уровень шума - минимальный.

Для снижения концентрации продуктов взаимодействия лазерного излучения с биологическими тканями в зоне операционного поля применяются специальные системы дымоотсоса. В ЛХА "Ланцет" система эвакуации продуктов горения основывается на поддуве инертного газа.

Устранение возможности неблагоприятного воздействия указанных факторов на медицинский персонал операционных должно достигаться выполнением комплекса конструктивно-технических, планировочных, организационно-технологических и лечебно-профилактических мероприятий.

Проекты планировки и оборудования операционных, в которых используются лазерные хирургические установки, должны согласовываться с органами Государственного санитарного надзора.

Хирургические лазерные установки "Ланцет" могут применяться в обычных операционных с учетом следующих требований:

- для отделки полов и стен операционных не рекомендуется применять материалы с блестящими, глянцевыми поверхностями, имеющие высокие коэффициенты отражения для лазерного излучения с длиной волны 10,6 мкм;
- двери операционной оборудуются знаком "лазерной опасности" по ГОСТу 12.4.026-76 "Цвета сигнальные и знаки безопасности";
- площадь операционной, которая оборудуется лазерной установкой "Ланцет", должна быть не менее 36 кв.м;

- поверхности медицинского оборудования операционных должны быть матовыми, выполненные из негорючих материалов.

Для предупреждения загрязнения воздуха операционной продуктами взаимодействия лазерного луча с биологическими тканями рекомендуется устройство местного отсоса с последующей очисткой выбрасываемого в атмосферу воздуха.

В лазерных операционных рекомендуется осуществлять санитарно-технические мероприятия по снижению уровней шума создаваемого лазерной хирургической, наркозно-дыхательной и другой аппаратурой.

Каждая операция с использованием лазерной хирургической установки должна регистрироваться в специальном журнале с указанием энергетических и временных параметров лазерного излучения.

Медицинский и технический персонал, обслуживающий хирургические лазерные установки и временно привлекаемый к работе с ними должен проходить предварительный и периодический инструктаж, обучение безопасным приемам работы и гигиеническим требованиям в соответствии с "Санитарными нормами и правилами устройства и эксплуатации лазеров" (Минздрав РФ, № 5804-91).

Медицинский персонал, работающий с хирургическими лазерными установками, должен уметь оказывать первую помощь при поражениях лазерным излучением.

Для защиты глаз от случайного поражения прямым или зеркально отраженным СО₂-лазерным лучом рекомендуется использование обычных очков с бесцветными стеклами.

Защита кожи от отраженного лазерного излучения обеспечивается халатом или костюмом из плотного свето-поглощающего материала.

Защита органов дыхания и желудочно-кишечного тракта от вредных примесей в случае их присутствия во вдыхаемом воздухе обеспечивается обычными асептическими марлевыми повязками.

В паспорте на каждый лазерный хирургический аппарат есть раздел с подробным описанием мероприятий по технике безопасности, которые должны неукоснительно соблюдаться.

**П Е Р Е Ч Е Н Ь
УТВЕРЖДЕННЫХ МЕТОДИЧЕСКИХ РЕКОМЕНДАЦИЙ**

Хирургические лазерные установки.

Всесоюзн. центр по применению лазеров в хирургии Минздрава СССР/ Состав.: О.К.Скобелкин, Е.И.Брехов, В.И.Корепанов, В.П.Башилов - М., Межэкспорт, 1982. - 56 с.

Лазерный метод лечения новообразований кожи: Методические рекомендации. МЗ СССР/

Разраб. ММСИ им. Н.А.Семашко; Состав.: В.И.Пронин, В.Ф.Евменов, Г.Ф.Федоткин - М., 1982. - 12 с.

Применение углекислотного лазера в лечении острых параректитов и параректальных свищей: Методические рекомендации. МЗ ТуркССР/

Разраб. Туркменский гос. мед. ин-т. Состав.: О.Г.Бабаев и др. - Ашхабад, 1983. - 4 с.

Применение лазерного скальпеля в хирургической стоматологии: Методические рекомендации. МЗ РСФСР/

Разраб. Калининский гос. мед. ин-тут. Состав.: В.В.Богатов, П.В.Наумов, О.А.Дунаевский - Калинин, 1984. - 15 с.

Лечение трофических и лейшманиозных язв углекислотным лазером: Методические рекомендации. МЗ ТуркССР/

Разраб. Туркменский гос. мед. ин-тут. Состав.: О.Г.Бабаев, О.Б.Бабаева - Ашхабат, 1984. - 1984. - 5 с.

Инструкция по применению лазерной хирургической установки “Скальпель” для лечения стоматологических заболеваний: Методические рекомендации. МЗ СССР/ М., 1985 - 18 с.

Применение лазеров в хирургии: Методические рекомендации. МЗ СССР/ Состав.: О.К.Скобелкин и др. - 1985. - 18 с.

Лечение предопухолевых заболеваний шейки матки излучением СО₂-лазера непрерывного действия: Методические рекомендации. МЗ СССР/

Разраб. Всесоюз. онкологический центр АМН СССР.Состав.: Л.Д.Заплавнова и др. - М., 1986. - 10 с.

Применение углекислотного лазера для лечения гиперпластического фарингита, удаления доброкачественных новообразований из полости носа и глотки: Методические рекомендации. МЗ СССР/

Разраб. 1 ММИ им. И.М.Сеченова. Состав.: Н.А.Преображенский и др. - М., 1986. - 8 с.

Применение лазерного скальпеля в хирургии костно-суставного туберкулеза: Методические рекомендации. МЗ ТаджССР/

Разраб. Центр внелегочного туберкулеза. Состав.: И.Сулейманов. - Душанбе, 1986. - 15 с.

Применение углекислотного лазера в поликлинической хирургии: Методические рекомендации. МЗ СССР/

Разраб. Четвертое глав. управление. Состав.: Е.И.Брехов и др. - М., 1987. - 16 с.

Хирургия желчевыводящих путей и паренхиматозных органов с применением углекислотного лазера: Методические указания. МЗ СССР/



Разраб. НИИ лазерной хирургии. Состав.: О.К.Скобелкин и др.
- М., 1987. - 23 с.

Хирургическое лечение вросшего ногтя с помощью углекислотного лазера: Методические рекомендации. МЗ ТуркССР/
Разраб. Туркменский гос. мед. ин-тут. Состав.: О.Г.Бабаев и др.
- Ашхабад, 1987. - 6 с.

Комплексное лечение гнойных ран с использованием иммобилизованного трипсина на текстильной целлюлозной и синтетической матрицах и лазерного излучения: Методические рекомендации. МЗ СССР/
Разраб. НИИ лазерной хирургии. Состав.: П.И.Толстых и др. - М., 1988. - 10 с.

Комплексное лечение гнойных заболеваний мягких тканей с использованием CO₂-лазерного излучения: Методические рекомендации. МЗ СССР/
Разраб. НИИ лазерной хирургии. Состав.:

О.К.Скобелкин

П.И.Толстых и др. - М., 1988. - 15 с.

Трансуретральное применение лазерного излучения при новообразованиях мочевого пузыря: Методические рекомендации. МЗ РСФСР/ М., 1989. - 27 с.

Хирургическое лечение хронической венозной недостаточности нижних конечностей: Методические рекомендации. МЗ АрмССР/
Разраб. Ереванский филиал ВНЦ хирургии АМН СССР. Состав.: М.Б.Аюнц и др. - Ереван, 1989. - 9 с.

Хирургическое лечение острых и хронических заболеваний аноректальной области с использованием углекислотного лазера: Методические рекомендации. МЗ БССР/
Разраб. Гродненский гос. мед.ин-тут и НИИ лазерной хирургии. Состав.: В.Г.Стенько и др. - Гродно, 1989. - 14 с.

Применение CO₂-лазера в хирургии детского возраста и неонатологии: Методические рекомендации. МЗ УзССР/

Разраб. Самаркандский гос. мед. ин-тут. Состав.: М.А.Ахмедов и др. - Ташкент, 1990. - 19 с.

Профилактика и лечение послеродового лактационного мастита высоко- и низкоэнергетическим импульсным ИК-лазерным излучением в сочетании с новыми перевязочными средствами: Методические рекомендации. МЗ СССР/

Разраб. НИИ лазерной хирургии. Состав.: П.И.Толстых и др. - М., 1991. - 16 с.

СО₂-лазерная эндоскопическая хирургия гортани, трахеи и бронхов: Методические рекомендации.

Разраб. ММА им. И.М.Сеченова. Состав.: Д.Г.Чирешкин, Ю.М.Овчинников. - М., 1992. - 17 с.

Оптимизация условий труда хирургов при работе с СО₂-лазерами: Методические рекомендации. МЗ СССР/

Разраб. Москов. НИИ гигиены им. Ф.Ф.Эрисмана, Санитарно-эпидемиологическая станция г.Москвы и НИИ лазерной хирургии. Состав.: Ю.П.Пальцевых и др. - М., 1987. - 16 с.

Типовая инструкция по охране труда при проведении работ с лазерными аппаратами. МЗ СССР/

Разраб. ВНИИ медицинской техники. Состав.: А.В.Бибикова. - М., 1988. - 6 с.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Лазеры в хирургии. Под ред. О.К.Скобелкина М: Изд-во Медицина, 1989. - 256 с.

Применение лазеров в гинекологии. Практическое руководство. Под ред. *Н.М.Побединского*. Сочинский науч.-мед. центр “Инте-мед”. Состав.: В.М.Зуев, Д.С.Бронештер, В.А.Гребенников. - Сочи, 1991. - 61 с.

Д.Г.Чирешкин, А.М.Дунаевская, Г.Э.Тимен. **Лазерная эндоскопическая хирургия верхних дыхательных путей.** - М.: Изд-во Медицина, 1990. - 192 с.

В.И.Козлов, В.А.Буйлин, Самойлов, И.И.Марков. **Основы лазерной физио- и рефлексотерапии.** - Самара, Киев: Изд-во Здоров'я, 1993. - 216 с.

G.J.Müller, K.Dörshel, B.Schaldach - **Main Problems and New Results on Dosimetry in Laser Medicine.** - SPIE vol. 1353 Laser a. medicine, 1989, p. 2 - 10.

ОГЛАВЛЕНИЕ

<i>Введение</i>	3
<i>Глава 1</i>	
Лазерные хирургические аппараты серии "Ланцет"	5
<i>Глава 2</i>	
Взаимодействие излучения СО ₂ -лазера с биотканями	11
<i>Глава 3</i>	
Режимы воздействия СО ₂ -лазером	20
<i>Глава 4</i>	
Особенности репаративных процессов в лазерной ране	25
<i>Глава 5</i>	
Показания, противопоказания и осложнения лазерной хирургии ..	28
<i>Глава 6</i>	
Применение лазерного хирургического аппарата "Ланцет"	30
.	
6.1. Применение ЛХА "Ланцет" в абдоминальной хирургии	30
6.1.1. Техника операций на органах желудочно-кишечного тракта	31
6.1.2. Операции на тонкой кишке	35
6.1.3. Операции на ободочной кишке	36
6.1.4. Операции на внепеченочных желчных путях	37
.	
6.1.5. Операции на печени	39
6.1.6. Операции на поджелудочной железе	40
6.1.7. Операции на селезенке	41
.	
6.2. Применение ЛХА "Ланцет" в хирургии легких и плевры	42

6.3. Применение ЛХА “Ланцет” при эндоскопических операциях в гортани, трахее и бронхах	46
6.4. Применение ЛХА "Ланцет" в пластической хирургии и косметологии	51
6.4.1. Хирургическое лечение опухолей кожи и ее придатков	51
6.4.2. Использование СО ₂ -лазеров при косметических операциях	61
6.5. Применение ЛХА “Ланцет” в лечении гнойных и ожоговых ран	63
.	
6.6. Применение ЛХА "Ланцет" в хирургии аноректальной области	67
6.7. Применение ЛХА "Ланцет" в гинекологии	72
6.8. Применение ЛХА "Ланцет" в урологии	77
6.8.1 Заболевания наружных половых органов	77
6.8.2 Операции на мочевом пузыре	79
6.9. Применение ЛХА “Ланцет” в амбулаторных условиях	80
<i>Глава 7</i>	
Правила безопасности при работе ЛХА "Ланцет"	82
Приложение 1.	
Перечень утвержденных методических рекомендаций	86
Приложение 2.	
Рекомендуемая литература	90

АВТОРЫ ПОСОБИЯ

СКОБЕЛКИН Олег Ксенофонтович - Член-корреспондент РАМН, профессор, доктор медицинских наук, Лауреат Государственной премии СССР;

Директор Государственного научного центра лазерной медицины Минздравмедпрома РФ

КОЗЛОВ Валентин Иванович - Заслуженный деятель науки РФ, профессор, доктор медицинских наук;

Руководитель отдела медико-биологических исследований ГНЦ лазерной медицины

ГЕЙНИЦ Александр Владимирович - доктор медицинских наук;

Руководитель отделения хирургии пищевода, желудка и кишечника ГНЦ лазерной медицины

ДАНИЛИН Николай Алексеевич - доктор медицинских наук;

Руководитель отделения кожно-пластической хирургии ГНЦ лазерной медицины

ДЕРБЕНЕВ Валентин Аркадьевич - доктор медицинских наук

Главный научный сотрудник отделения хирургической инфекции ГНЦ лазерной медицины