

ВЫСОКОИНТЕНСИВНОЕ ЛАЗЕРНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ В ХИРУРГИИ МОЛОЧНОЙ ЖЕЛЕЗЫ (ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-КЛИНИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

**С.С. Ануфриева, О.С. Комиссарова, Ж.А. Голощапова, В.Н. Бордуновский,
Е.Л. Куренков, М.В. Щербо**
**ЧелГМА, Челябинский государственный институт лазерной хирургии,
г. Челябинск**

На основе динамического морфологического исследования влияния различных режимов лазерного излучения с длиной волны 805 нм на ткани молочных желез животных отработаны и апробированы в клинике оптимальные параметры лазерного излучения для осуществления рассечения и соединения тканей молочной железы.

Ключевые слова: молочная железа, фиброзно-кистозная болезнь, диодный лазер, альтерация, репарация.

В последние годы отмечается неуклонный рост числа доброкачественных заболеваний молочных желез у женщин. Наиболее часто среди них наблюдается фиброзно-кистозная болезнь (ФКБ). По существующим статистическим данным ФКБ регистрируется у 20–60 % женщин, причем 60–80 % пациенток относятся к репродуктивному возрасту [2, 3].

По определению ВОЗ (1984), ФКБ представляет собой «комплекс процессов, характеризующихся широким спектром пролиферативных и регрессивных изменений тканей молочных желез с формированием ненормальных соотношений эпителиального и соединительно-тканного компонентов и образованием в молочной железе изменений фиброзного, кистозного, пролиферативного характера, которые часто, но не обязательно, сосуществуют».

Вопросам, связанным с лечением ФКБ молочных желез, посвящено множество исследований, но проблема остается актуальной и в настоящее время. При лечении диффузных форм ФКБ назначается консервативная терапия гомеопатическими, седативными препаратами, адаптогенами, препаратами йода, витаминами, дегидратационными, седативными и гормональными препаратами [1, 4].

При узловых формах ФКБ выполняется оперативное лечение в объеме энуклеации образования, секторальной резекции или квадрантэктомии молочной железы. Операции на молочной железе нередко сопровождаются паренхиматозным кровотечением, что требует тщательного гемостаза. В 6–10 % случаев в послеоперационном периоде развиваются такие местные осложнения, как гематомы, серомы, с возможным их нагноением, и рубцовые деформации молочной железы [1, 3].

В настоящее время лазеры широко применяются в клинической хирургии. Одним из достоинств использования лазерного излучения при

хирургических операциях является осуществление тщательного гемостаза, обеспечение полной стерильности лазерной раны и стимуляция процессов раневого заживления.

В хирургической практике применяется высокоинтенсивное излучение, генерируемое различными типами лазеров: Nd:YAG лазер, CO₂ лазер, диодный лазер. Имеются данные применения лазерного излучения и в маммологии. Так, например, CO₂ лазеры применяются при пункционной органосберегающей хирургии злокачественных образований молочной железы 1–2 стадии под ультразвуковым контролем и MPT [6, 7].

В то же время в отечественной и зарубежной литературе отсутствуют данные о применении высокоинтенсивного диодного лазера при оперативном лечении узловых форм ФКБ и влиянии различных режимов лазерного излучения, генерируемого диодным лазером с длиной волны 805 нм на ткани молочных желез.

С учетом вышеизложенного целью проведенного нами исследования явилось изучение в эксперименте на животных особенностей течения раневого процесса и процессов репарации в тканях молочной железы, под воздействием различных режимов лазерного излучения с длиной волны 805 нм, и обоснование возможности использования данного типа лазера в хирургии молочной железы.

Материалы и методы исследования. В соответствии с поставленной целью, на первом этапе исследования проведен эксперимент на 56 половозрелых особях кроликов женского пола. Учитывая наличие четырех пар молочных желез, использование которых возможно при хирургических вмешательствах у этих животных, нами было выполнено 448 операций на молочных железах кроликов.

Все животные были разделены на пять групп. Первую группу (группа А) составили 10 животных, на которых была изучена хирургическая ана-

томия молочной железы и осуществлен подбор режимов высокоинтенсивного лазерного излучения, обеспечивающих адекватное рассечение и бесшовное соединение тканей молочной железы. Во вторую группу (группу В) включено 15 кроликов, которым проводили иссечение фрагмента молочной железы с использованием лазерного излучения. В третью группу (группа С) вошло 15 животных, соединение тканей молочной железы которых, после их рассечения скальпелем, осуществлялось бесшовным способом путем лазерной «сварки». В группы сравнения были включены животные, которым были проведены операции на молочных железах с использованием скальпеля (группа D, n = 10) и электроножа (группа E, n = 11). При данных операциях после разреза кожи производилось рассечение тканей молочной железы скальпелем или электроножом с дальнейшим ушиванием раны наглухо.

В работе нами использовалось высокоинтенсивное излучение, генерируемое диодным лазером марки «Sharplan 6020» (Израиль) с длиной волны 805 нм в импульсно-периодическом режиме и аппарат ЭХВЧ. Доставка энергии от лазерного аппарата к объекту осуществлялась посредством кварцевого моноволоконного световода, покрытого полимерной оболочкой, с диаметром светонесущей жилы 0,6 мм.

Все исследования осуществлялись в соответствии с «Правилами проведения работ с использованием экспериментальных животных», регламентированными в приложении к приказу МЗ СССР № 755 от 12.09.77. Операции на молочных железах экспериментальных животных проводились под наркозом ромитаром 2 % в дозе 2 мг/кг. Животных укладывали на спину на операционный стол, передние и задние конечности фиксировали растяжками к держателям. С операционного поля сбрасывали шерсть, обрабатывали его спиртовым раствором хлоргексидина в три раза.

В группе А производился подбор оптимальных параметров лазерного излучения для осуществления рассечения и «сварки» тканей молочной железы, путем пошагового увеличения мощности лазерного излучения (10; 15 и 20 Вт для рассечения тканей и 0,5; 0,6; 0,7 и 0,8 Вт при соединении тканей) и перехода от непрерывного излучения к импульсному. Экспериментальным путем нами были определены параметры лазерного излучения, обеспечивающие быстрое рассечение, адекватный гемостаз и надежное соединение тканей молочной железы, детальное изучение которых было продолжено в группах В и С.

В группе В после рассечения кожи скальпелем выполнялся разрез тканей молочной железы с использованием лазерного излучения мощностью 20 Вт в импульсном режиме с продолжительностью импульса и паузы по 0,05 секунд. Лазерная рана молочной железы ушивалась наглухо 4–5 узловыми швами.

В группе С кожа и ткань молочной железы кроликов рассекались скальпелем с последующим лазерным воздействием на ткани с мощностью излучения 0,7 Вт в импульсном режиме с соотношением импульса и паузы – 0,1/0,05 с. Одновременно с лазерным воздействием производилось постепенное медленное послойное сближение стенок раны пинцетами по направлению от дна к краям, включая кожу.

У животных группы D ткани молочных желез рассекались аппаратом ЭХВЧ (электронож) и затем ушивались послойно узловыми капроновыми швами.

Кроликам группы E ткани молочных желез рассекали скальпелем, полученную рану ушивали послойно капроном.

Всех животных из опыта выводили на 1, 3, 7, 15, 30-е сутки, производилась макроскопическая оценка и описание материалов, исследование состояния тканей в области лазерного воздействия и перифокальной зоны, забор материала молочной железы кроликов для дальнейшего микроскопического исследования. Полученные ткани фиксировали в 10 % растворе забуференного нейтрального формалина, проводили по спиртам возрастающей крепости и заливали в парафин. Гистологические срезы окрашивали гематоксилином и эозином, по ван Гизон, толуидиновым синим, проводили ШИК-реакцию.

С помощью окуляр-микрометра и точечной сетки Г.Г. Автандилова определяли морфометрические показатели: размер зон повреждения, их зависимость от вида режущего инструмента (лазерное излучение, электронож, скальпель), объемную плотность клеточных элементов, удельные площади волокон и сосудов, изучались особенности репаративных процессов послеоперационных ран на указанных сроках. Обработку полученных данных осуществляли методом вариационной статистики путем определения критерия Стьюдента. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

Результаты исследования и обсуждение. При подборе параметров лазерного излучения для рассечения тканей молочных желез кроликов применялось излучение мощностью 10, 15, 20 Вт в непрерывном и импульсном режиме с различными периодами импульса и паузы – 0,05; 0,1; 0,15 с. Характеристики изучаемых параметров лазерного излучения приведены в таблице.

Нами было установлено, что оптимальными параметрами лазерного излучения, необходимыми для быстрого рассечения тканей молочной железы с полноценным гемостазом, являются мощность излучения 20 Вт, доставляемая в импульсном режиме с продолжительностью импульса и паузы по 0,05 с. При морфометрическом исследовании гистологических срезов, полученных с препаратов молочных желез кроликов через 1 сутки после эксперимента, зоны некроза и экссудативных изменений оказались минимальными и составили

**Зависимость ширины зоны некроза тканей молочной железы
от параметров лазерного излучения и особенности использованных режимов**

Мощность, Вт	Параметры лазерного излучения					
	Непрерывный режим			Импульсный режим, 0,05/0,05 с		
	10	15	20	10	15	20
Ширина зоны некроза тканей, мкм	724 ± 25	815 ± 32	974 ± 23	340 ± 18	407 ± 15	483 ± 17
Недостатки режима	Нагрев и обугливание тканей	Нагрев и обугливание тканей	Большая зона некроза	Нет	Нет	Нет
Адекватность рассечения тканей	Неадекватное	Неадекватное	Адекватное	Неадекватное	Неадекватное	Адекватное

490 ± 23 мкм и 125 ± 32 мкм ($p < 0,05$). В это же время после применения ЭХВЧ в группе D зона некроза достигала 800 ± 57 мкм, зона экссудативных изменений 600 ± 42 мкм, в группе E – 695 ± 38 мкм и 359 ± 27 мкм соответственно ($p < 0,05$).

К концу 3 суток у животных группы B в зоне воздействия высокоинтенсивного лазерного излучения при окраске толуидиновым синим выявлялись тонкие коллагеновые волокна, что свидетельствует о начале формирования соединительной ткани. В группах животных D и E появление коллагеновых волокон происходило на 6–7 сутки.

К 7 суткам в тканях молочных желез контрольной группы B обнаруживалась грануляционная ткань с большим количеством клеточных элементов, среди которых доминировали фибробласты. Объемная доля фибробластов в группе B составила 6,4 ± 0,2, в группе D и E – 3,2 ± 0,05 и 3,9 ± 0,2 соответственно ($p < 0,05$). Объемное содержание макрофагов, лимфоцитов и удельная площадь поверхности коллагеновых волокон и новообразованных сосудов также были выше в контрольной группе B.

К концу 15 суток у животных группы B при гистологическом исследовании выявлялась зрелая рубцовая ткань, образование которой только началось в группах D и E.

К 30 суткам эксперимента у всех животных, включенных в исследование формировался соединительнотканый рубец, ширина которого составляла 426 ± 54 мкм у кроликов группы B, 935 ± 48 мкм в группе D и 631 ± 39 мкм в группе C ($p < 0,05$).

Для соединения тканей молочных желез («сварка» тканей) экспериментальных животных применялось лазерное излучение мощностью 0,5, 0,7, 1 Вт в импульсном режиме с периодами импульса и паузы по 0,05 и 0,1 с. В качестве припоя использовался кровяной сгусток. В результате воздействия на ткани молочной железы лазером, раневое содержимое сгущалось, края раны удерживались в сомкнутом состоянии. От использования мощности излучения 0,5 Вт мы отказались

ввиду неадекватной послойной фиксации краев операционной раны и последующего их расхождения. Увеличение мощности лазерного излучения до 1 Вт позволяло адекватно соединить рассеченные ткани, однако приводило к увеличению зоны коагуляционного некроза и экссудативных изменений на 25 %.

Оптимальными параметрами лазерного излучения для режима «сварки» оказались мощность излучения 0,7 Вт с продолжительностью импульса 0,1 с и паузы 0,05 с. Размеры зон коагуляции и расстройств кровообращения в окружающих тканях при этом составили 32 ± 20 мкм и 155 ± 48 мкм соответственно. На 3 сутки после проведенного эксперимента в исследуемых препаратах обнаружено формирование грануляционной ткани и тонких коллагеновых волокон. Следует отметить, что после использования высокоинтенсивного лазерного излучения в режиме сварки тканей молочной железы, к 30 суткам формировался полноценный, очень тонкий, мягкий рубец как внутри тканей молочной железы, так и на коже, ширина которого составляла 249 ± 53 мкм ($p < 0,05$ по сравнению с группами D и E). Развитие тонкого рубца, по нашему мнению, обусловлено тем, что в результате лазерной коагуляции белков тканей молочной железы и кожи происходит более плотное прилегание краев раны, обеспечивая тем самым уменьшение образования грануляционной ткани по ходу репаративной регенерации.

С использованием отработанных режимов лазерного излучения для рассечения и соединения тканей молочных желез нами прооперировано 8 пациенток с диагнозом: фиброзно-кистозная болезнь, локализованная форма. Анализ таких параметров операции, как длительность вмешательства, кровопотеря показал, что в результате применения лазерных технологий кровопотеря снизилась на 85 %, а время операции существенно не отличалось от временных затрат при стандартной технике выполнения секторальной резекции молочной железы. Однако при использовании лазерного соедине-

ния тканей органа, сформировавшийся послеоперационный рубец имел меньшую ширину, отсутствовала зона инфильтрации вокруг него и окончательный косметический эффект после операции оценивался пациентками как «отличный».

Таким образом, проведенное нами экспериментально-морфологическое и клиническое исследование, направленное на изучение морфогенеза альтеративных и репаративных процессов в тканях молочной железы под воздействием лазерного излучения с длиной волны 805 нм при различных режимах его использования позволило нам сделать следующие выводы:

1. Воздействие высокоинтенсивного лазерного излучения с длиной волны 805 нм на ткань молочной железы животных вызывает преимущественно наименьшие повреждения в сравнении с применением электроножа и скальпеля.

2. Оптимальными параметрами лазерного излучения с длиной волны 805 нм для соединения тканей молочных желез (лазерный шов) являются мощность излучения 0,7 Вт с продолжительностью импульса 0,1 с и паузы 0,05 с.

3. Оптимальными параметрами лазерного излучения с длиной волны 805 нм необходимого для быстрого рассечения тканей молочной железы с полноценным гемостазом являются мощность излучения 20 Вт, доставляемая в импульсном режиме с продолжительностью импульса и паузы по 0,05 с.

4. Результаты проведенного экспериментально-клинического исследования могут служить основой для внедрения методов бесшовного лазерного соединения и рассечения тканей при хирургических операциях на молочных железах у пациенток с узловыми формами ФКБ.

Литература

1. Алефиров, А.Н. Мастопатия. Доброкачественные опухоли молочной железы / А.Н. Алефиров. – СПб.: Весь, 2003. – 90 с.
2. Балтия, Д. Консервативное лечение фиброзно-кистозной болезни молочной железы (мастопатии) / Д. Балтия, А. Сребный // Вестник Российской ассоциации акушеров-гинекологов. – 1999. – № 3. – С. 123–127.
3. Бурдина, Л.М. Диагностика и лечение доброкачественных патологических изменений молочных желез / Л.М. Бурдина // Терапевтический архив. – 1998. – Т. 70, № 10. – С. 37–41.
4. Харченко, В.П. Лучевая диагностика заболеваний молочной железы, лечение, реабилитация: практическое руководство / В.П. Харченко, Н.И. Рожкова. – М.: Стром, 2000. – Вып. 3. – 166 с.
5. Bloom, K.J. Pathologic changes after interstitial laser therapy of infiltrating breast carcinoma / K.J. Bloom, K. Dowlat, L. Assad // American Journal of Surgery. – 2001. – V. 182, № 4. – P. 384–388.
6. Interventional MR-mammography: manipulator-assisted large core biopsy and interstitial laser therapy of tumors of the female breast / S.O. Pfeleiderer, J.R. Reichenbach, S. Wurdinger et al. // Journal of Medical Physics. – 2003. – V. 3. – P. 198–202.
7. Magnetic resonance imaging guidance for laser photothermal therapy / Y. Chen, S.C. Gnyawali, F. Wu et al. // Journal of Biomedical Optics. – 2008. – V. 13, № 4. – P. 33–44.
8. Volumetric evaluation of liver metastases after thermal ablation: long-term results following MR-guided laser-induced thermotherapy / T.J. Vogl, N.N. Naguib, K. Eichler et al. // Radiology. – 2008. – V. 249, № 3. – P. 865–871.

Поступила в редакцию 30 октября 2009 г.