

## НОВЫЕ ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ХИРУРГИИ, АКУШЕРСТВЕ И ГИНЕКОЛОГИИ

*Д.М.Красильников, И.Ф.Фаткуллин, О.Ю.Карпунин*

*Кафедра хирургических болезней № 1 (зав. — проф. Д.М. Красильников),  
кафедра акушерства и гинекологии № 2 (зав. — проф. И.Ф. Фаткуллин)  
Казанского государственного медицинского университета*

Приоритетными направлениями научных исследований Республиканского центра лазерной хирургии МЗ РТ являются разработка новых методов диагностики и лечения с помощью различных типов лазерных установок (углекислотных «Скальпель-1», «Ромашка-2» и Nd:YAG-лазера «Медула-3») и их внедрение в клиническую практику. С 1988 г. ведущим направлением научных изысканий выбрано изучение биологического действия низкоинтенсивного ультрафиолетового (УФ) лазерного излучения, в частности эффективности интракорпорального способа УФ фотомодификации крови [3, 4]. В эксперименте установлено, что УФ лазерное излучение оказывает противовоспалительное и детоксикационное действия при внутрисосудистом облучении крови. Кроме того, оно улучшает реологические свойства крови и микроциркуляцию. В условиях эксперимента впервые установлено уменьшение дистрофических и воспалительных изменений в кишечной стенке под влиянием наружного УФ лазерного облучения. Это позволило применить в клинике оригинальный метод лазеротерапии перитонита в ходе послеоперационной динамической лапароскопии с помощью модифицированного лапароскопа.

В последующем был разработан метод УФ лазерной спектроскопии для диагностики острых хирургических заболеваний брюшной полости. В процессе развития различных патологических состояний в тканях внутренних органов происходят изменения их способности отражать свет и спектрально-люминесцентных свойств. Для люминесцентного анализа живых тканей в видимом свете наиболее информативной оказалась собственная флуоресценция биомолекул, в частности восстановленных форм никотинамидных коферментов (НАД·Н и НАДФ·Н) и окисленных форм флавопротеидов в синей и желтой областях спектра.

Важным преимуществом разработанного метода флуориметрического исследования является возможность подведения света, возбуждающего люминесценцию, к любому органу, и отведения свечения *in situ* на регистрирующий прибор. Задачей исследования являлся поиск оптимальных условий возбуждения люминесценции тканей, при которых одновременно возбуждалось бы не-

сколько полос флуоресценции, причем неодинаково изменяющихся в ходе развития патологического процесса. Спектры флуоресценции тканей были изучены на спектрометре СДЛ-2 и на разработанном нами приборе с возбуждением от гелий-кадмиевого и азотного лазеров. В результате исследований на спектрометре СДЛ-2 выбраны оптимальные условия возбуждения спектров флуоресценции тканей внутренних органов. Так, при возбуждении УФ флуоресценции органов желудочно-кишечного тракта в интервале длин волн от 320 до 340 нм регистрировалась флуоресценция в областях от 380 до 400 нм и от 450 до 470 нм. Сопоставление полученных результатов с данными литературы [5, 6] позволило сделать вывод о том, что первая полоса в спектре флуоресценции обусловлена свечением белков тканей, а вторая — соответствует НАД·Н. Предварительные эксперименты послужили основой для дальнейших исследований *in vitro* на спектрометре СДЛ-2, предметом изучения которых была динамика интенсивности флуоресценции подвздошной кишки при создании модели экспериментального илеуса на сроках от одного до 6 часов. Явно прослеживалась зависимость интенсивности флуоресценции от патоморфологических изменений в пораженном органе. Анализ экспериментальных исследований позволил вывести коэффициент *K* (отношение полос флуоресценции), при котором кишка сохраняет жизнеспособность. В норме его значение колебалось от 1,2 до 1,5, при обратимой ишемии кишки — от 1,6 до 2,4, при ее некрозе — от 2,5 до 3,5.

В другой серии экспериментов были проведены аналогичные исследования *in vivo*. С увеличением сроков непроходимости также изменялось соотношение интенсивности полос флуоресценции. В нормальной кишке это соотношение составляет  $1,72 \pm 0,6$  ( $P < 0,05$ ), а при шестичасовом илеусе —  $2,8 \pm 0,8$  ( $P < 0,05$ ). Сопоставление данных спектрометрии и морфологических исследований показали, что при соотношении интенсивности полос флуоресценции более  $2,5 \pm 0,3$  ( $P < 0,05$ ) кишка нежизнеспособна.

Клиническая апробация способа определения жизнеспособности органов желудочно-кишечного тракта по разработанному

нами методу с применением устройств для лазерной спектроскопии органов брюшной полости [2] была проведена во время хирургических вмешательств у 133 больных. Показаниями к операции были различные формы острого аппендицита (у 79), ущемленная грыжа (у 18), спаечная кишечная непроходимость (у 15). У больных с ущемленными грыжами и спаечным илеусом была выполнена резекция странгулированной петли тонкой кишки по причине ее некроза.

Спектральный анализ органов желудочно-кишечного тракта в клинике, как и при экспериментальных исследованиях, показал наличие двух полос флуоресценции. Отчетливо прослеживалась зависимость интенсивности флуоресценции от степени патоморфологических изменений в органе. Так, отношение интенсивности флуоресценции в первом и втором интервалах тонкой кишки в норме составляло  $1,2 \pm 0,5$  ( $P < 0,05$ ), а при ее некрозе —  $3,1 \pm 0,3$  ( $P < 0,05$ ). Результаты патогистологического исследования в большинстве наблюдений подтвердили соответствие характера спектральных изменений в резецированных сегментах тонкой кишки критериям их жизнеспособности.

Таким образом, выявленная закономерность позволяет проводить экспресс-диагностику жизнеспособности странгулированной петли кишки и других органов желудочно-кишечного тракта.

Использование УФ лазерного излучения для диагностики и лечения различных заболеваний потребовало определения его вероятного мутагенного действия. После УФ лазерного облучения проводилось цитогенетическое исследование клеток костного мозга белых беспородных мышей и линии СВА, среди которых были интактные животные и с экспериментальной моделью кишечной непроходимости. Оказалось, что ни одно из воздействий не повышает спонтанного уровня аберрантных метафаз и не проявляет мутагенной активности в тест-системе *in vivo*.

Использование новых методов лазерных операций с применением высокоэнергетических лазеров на базе отделений абдоминальной хирургии, колопроктологии, гнойной и ожоговой хирургии позволило добиться лучших результатов лечения с заметным экономическим эффектом. Для интраоперационной диагностики и выполнения ряда оперативных вмешательств разработан и внедрен в клиническую практику оригинальный хирургический инструментарий [1, 2].

В последнее десятилетие высокоинтенсивные лазеры вошли в повседневную практику многих гинекологических стационаров при лечении эндометриоза, трубно-перитонеального бесплодия, поликистоза яичников, миомы матки, внематочной беременности, внутриматочной патологии, заболеваний вульвы и шейки матки. Отличительной особенностью лазерных операций в

гинекологии являются значительное уменьшение послеоперационных гнойно-септических осложнений и возможность более широкого применения органосохраняющей техники у женщин репродуктивного возраста.

Новые перспективы в оперативной гинекологии открывают возможность использования лазерного излучения для соединения биологических тканей. Лазерный «сварной» шов привлекает такими достоинствами, как полный отказ от лигатур или ограниченного применения шовного материала, хорошее сопоставление краев раны и ускоренное ее заживление, герметичность соединения тканей.

В экспериментах на 96 подопытных крысах и 18 собаках была разработана модель лазерного шва на матке и выбраны параметры лазерного излучения, необходимые для соединения тканей матки. При анализе результатов лазерной доплеровской флоуметрии, гистологических исследований и манометрии было установлено, что для создания «сварных» швов на матке оптимальны следующие параметры Nd:YAG-лазерного излучения: длина волны — 1,06 мкм, выходная мощность — 6 Вт, плотность мощности — 270 Вт/см<sup>2</sup> и скорость перемещения лазерного луча вдоль линии разреза — 0,4—0,5 мм в 1 с.

Сравнительная оценка лазерного и традиционного хирургических швов показала, что для первого характерны значительное сокращение экссудативной фазы воспалительного процесса, снижение плотности инфильтрации полиморфно-ядерными лейкоцитами, ранняя пролиферативная активность клеток макрофагального и фибробластического рядов. Кроме того, отмечалось раннее (с 1-х суток после операции) восстановление микроциркуляции в лазерной ране в основном за счет восстановления кровотока в зоне дисфункциональных и реактивно-деструктивных изменений. Установлено, что ремоделирование послеоперационного рубца в условиях обильного формирования кровеносных сосудов ведет к полному восстановлению гистоструктуры матки к 21-м суткам репаративного процесса. Измерение давления, при котором происходит нарушение герметичности швов, показало, что «сварные» швы в момент их создания выдерживают давление в 3,5 раза более высокое, чем традиционные. Повышенная герметичность сохраняется до 3 суток после оперативного вмешательства, уменьшая риск развития инфекции в ране.

Таким образом, показаны возможность формирования «сварного» шва на матке при помощи излучения Nd:YAG-лазера и его преимущество перед традиционным хирургическим швом [7]. Разработанный в эксперименте метод «сварного» лазерного шва апробирован в клинических условиях при выполнении кесарева сечения и надвлага-

лищной ампутации матки на этапах перитонизации.

Было проведено 90 операций кесарева сечения и 30 надвлагалищных ампутаций матки с применением лазерного шва. Несмотря на высокий риск гнойно-воспалительных осложнений, связанных с вагинальной инфекцией и другими отягощающими факторами послеоперационный период у большинства женщин основной группы протекал благоприятно. Послеоперационные осложнения возникали в 3 раза реже, а длительность послеоперационного пребывания родильниц в стационаре сократилась с  $11,3 \pm 0,3$  до  $9,3 \pm 0,2$  койко-дней ( $P < 0,001$ ).

Для более детальной оценки состояния матки после кесарева сечения и культи шейки матки после надвлагалищной ампутации с применением лазерного шва брюшины 22 родильницы и 21 гинекологическая больная после операции были обследованы методом соноконрастной цервикогистероскопии с применением соноконтраста эховиста. Контраст свободно заполнял полость матки, его просачивания в брюшную полость не отмечалось. На сонограммах отсутствовали признаки воспалительных изменений, истончения передней стенки матки не обнаруживалось, культа шейки хорошо визуализировалась, не было сращения с окружающими тканями.

При сравнительном исследовании содержания антител к эндотоксину грамотрицательной микрофлоры и специфическим антигенам *E. coli*, *Ps. aeruginosa*, *P. mirabilis*, *Candida*, *St. aureus*, проведенном до и после родоразрешения, было установлено, что кесарево сечение с применением лазерного «сварного» шва не вызывает существенных изменений гуморального иммунитета к эндотоксину грамотрицательной микрофлоры по сравнению с физиологическими родами и не приводит к интоксикационным нарушениям, свойственным для термических повреждений.

Результаты клинико-экспериментальных исследований показали перспективность применения лазерного излучения для соединения биологических тканей. Лазерный «сварной» шов создает благоприятные условия для заживления послеоперационной раны благодаря стерильности, высокой герметичности, хорошему гемостазу, ограниченному использованию шовного материала или полному отказу от него, минимальной травматизации тканей. Он приводит к созданию прочного и герметичного соединения краев брюшины при перитонизации, препятствующего проникновению раневого содержимого и микробной флоры в брюшную полость. Коагуляция кровеносных сосудов в процессе «сварки» позволяет избежать кровотечения и образования гематом. При термическом воздействии излучения Nd:YAG-лазера возникает узкая полоса

коагуляции тканей без очагового некроза, что в совокупности исключает инфицирование брюшной полости. В связи с отсутствием швов и проколов иглой на висцеральной брюшине уменьшается вероятность образование спаек и нарушений анатомических взаимоотношений с окружающими тканями.

Применение лазерного «сварного» шва при операциях на матке предупреждает развитие послеоперационных осложнений. Важным достоинством этого метода является возможность выполнения оперативных вмешательств общепринятым способом. Техника лазерного «сварного» шва проста в исполнении и доступна для практического применения.

Таким образом, внедрение новых лазерных технологий в практику хирургических, гинекологических и родильных отделений открывает новые перспективы в диагностике и лечении неотложных состояний. Совершенствование с их помощью хирургических вмешательств способствует снижению частоты послеоперационных осложнений и скорейшему выздоровлению больных.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. С. 1688839 СССР. Устройство для лазерной спектроскопии органов брюшной полости / Красильников Д.М., Карпукхин О.Ю., Козлов В.К., Нагулин Ю.С., Васильев Е.М. // *Открытия, изобретения*. — 1991. — №41. — С.9.
2. А. С. 2109144 Россия. Устройство для лазерного рассечения полых органов. / Красильников Д.М., Скобелкин О.К., Ицкович Л.И., Васильев Е.М. // *Изобретения, заявки*. — 1994. — № 17. — С. 18.
3. Карпукхин О.Ю. Экспериментально-клиническое обоснование применения ультрафиолетового лазерного излучения в комплексном лечении острой кишечной непроходимости: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. — Казань, 1990.
4. Красильников Д.М. Лазерное излучение в диагностике и комплексном лечении больных с острой непроходимостью кишечника: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. — М., 1993.
5. Успенский Л.В., Кузин М.И., Рыбин В.К., Лощенов В.Б. // *Хирургия*. — 1996. — № 3. — С. 31—33.
6. Ультрафиолетовая флуоресценция клетки. / Черноградская Н.А., Розанов Ю.М., Богданова Н.С. и др. — Л., 1978.
7. Фаткуллин И.Ф. Профилактика послеоперационных осложнений в акушерстве и гинекологии с использованием лазерной биологической «сварки» тканей: Автореф. дисс. ... докт. мед. наук. — Казань, 1997.

#### NEW LASER TECHNOLOGIES IN SURGERY, OBSTETRICS AND GYNECOLOGY

*D.M. Krasilnikov, I.F. Fatkullin, O.Yu. Karpukhin*

#### S u m m a r y

The ultraviolet laser spectrofluorimetry method for the diagnosis of urgent surgical diseases of abdominal cavity organs and the determination of their vitality is determined. The experimental studies showed the possibility of the use of Nd: YAG-laser for sutureless connection of uterus wound edges and geometric recovery of serous integument on the basis of tissue "welding". The use of the laser "welding" suture in the clinic made it possible to decrease by a factor of three the frequency of occurrence of pyo-inflammatory complications after caesarean section and uterus supravaginal amputation