

ВОЗМОЖНОСТИ ЭНДОСКОПИЧЕСКОЙ ЛАЗЕРНОЙ ЛИТОТРИПСИИ У ПАЦИЕНТОВ С ХОЛАНГИОЛИТИАЗОМ

ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования»¹,

УЗ «Минская областная клиническая больница»²,

Республика Беларусь

Цель. Определить длину волны лазерного излучения с наиболее выраженным эффектом литотрипсии в отношении конкрементов внепеченочных желчных протоков, а также определить оптимальные параметры лазерного излучения для выполнения литотрипсии.

Материал и методы. Воздействуя на конкременты внепеченочных желчных протоков лазерным излучением с длиной волны 1064, 1320 и 1440 нм в жидкой среде установили длину волны с наиболее выраженным эффектом литотрипсии. Затем, поэтапно изменяя энергию импульса лазерного излучения с длиной волны 1320 и 1440 нм, определили оптимальные значения энергии импульса для выполнения литотрипсии.

Результаты. Наибольший объем конкремента за один импульс при одинаковых параметрах лазерного излучения удалось разрушить длиной волны 1440 нм. Из сравниваемых в эксперименте длин волн у излучения 1064 нм эффект литотрипсии выражен минимально. Оптимальные значения энергии импульса для выполнения литотрипсии конкрементов внепеченочных желчных протоков излучением с длиной волны 1320 нм находятся в пределах 0,9-1,5 Дж и 0,5-0,8 Дж – для лазерного излучения 1440 нм. Более высокие значения энергии импульса опасны для применения в связи с невозможностью четко контролировать процесс разрушения конкремента, и риском повреждения прилежащих тканей.

Заключение. Наибольшим эффектом литотрипсии из трех длин волн (1064, 1320 и 1440 нм) обладает излучение с длиной волны 1440 нм. Для выполнения литотрипсии конкрементов желчных протоков во время холедохоскопии наиболее безопасно и эффективно применять излучение с длиной волны 1440 нм. Излучение с длиной волны 1320 нм также может быть использовано для разрушения крупных конкрементов внепеченочных желчных протоков во время лапароскопических и видеоэндоскопических вмешательств.

Ключевые слова: желчнокаменная болезнь, холедохолитиаз, лазерная литотрипсия

Objectives. To determine the wave length of laser radiation with the most marked lithotripsy effect concerning the concretions of the extrahepatic bile ducts as well as to find out the optimal parameters of laser radiation to carry out lithotripsy.

Methods. Affecting the concretions of the extrahepatic bile ducts by laser radiation of 1064, 1320 and 1440 nm wavelengths in liquid medium we have ascertained the wavelength with most expressed effect of lithotripsy. Then, changing stepwise the energy of the laser radiation impulse of 1320 and 1440 nm wavelengths we have determined the optimal values of the impulse energy to carry out lithotripsy.

Results. The largest size of the concretion could be destroyed by a single impulse of 1440 nm wavelength of laser radiation at the same parameters.

The minimal lithotripsy effect is found at 1064 nm wavelength. The optimal values of the impulse energy for the performance of extrahepatic bile duct concretions lithotripsy by 1320 nm wavelength radiation are considered to be within the limits of 0.9-1,5 J and 0,5-0,8 J for 1440 nm. Higher values of the impulse energy are considered as dangerous for application in connection with impossibility to control distinctly the process of concretion destruction and damage risk of the adjacent tissues.

Conclusions. A 1440 nm wavelength radiation has the greatest effect of lithotripsy out of three wavelengths (1064, 1320 and 1440 nm) and is considered the most safe and effective for lithotripsy performance at cholangiolithiasis. 1320 nm wavelength radiation can be also applied to destroy large concretions of the extrahepatic bile ducts at laparoscopic and videoendoscopic interventions.

Keywords: cholelithiasis, cholangiolithiasis, laser lithotripsy

Novosti Khirurgii. 2013 Mar-Apr; Vol 21 (2): 45-53

Possibilities of endoscopic laser lithotripsy in patients with cholangiolithiasis

S.V. Alexandrov

Введение

Проблема конкрементов внепеченочных желчных протоков до сих пор остается актуальной и нерешенной до конца. На сегодняшний день существует несколько методов хирургического лечения холедохолитиаза: эндоскопическая папиллосфинктеротомия с извлечением конкрементов (ЭПСТ), лапароскопическая и открытая холедохолитотомия [1], различные виды литотрипсии, применяемые как самостоятельные методы лечения, так и в сочетании с холедохотомией и папиллосфинктеротомией.

Со времени внедрения ЭПСТ эндоскопия широко используется в лечении холангиолитиаза [1, 2, 3]. В настоящее время эндоскопическое извлечение конкрементов из внепеченочных желчных протоков является методом выбора. Однако в ряде случаев хирурги сталкиваются с невозможностью свободно извлечь конкременты вследствие несоответствия диаметра ретродуоденальной (или панкреатической) части холедоха и конкремента [4]. Это вынуждает прибегать к различным методам литотрипсии: механическим или физическим. К последним относится электрогидравлическая, экстракорпоральная ударно-волновая и лазерная литотрипсия.

Эффективность экстракорпоральной ударно-волновой литотрипсии составляет около 75% [5]. Однако этот метод лечения имеет свои осложнения, большой процент рецидивов, требует нескольких сеансов и поэтому не нашел широкого применения [6].

Электрогидравлическая литотрипсия была впервые разработана в 1950-х годах как метод фрагментации скал в горном деле. С тех пор она была адаптирована для медицинского использования в лечении нефролитиаза и камней желчных протоков. Близкое контактное положение камня и электрода, и достаточное расстояние от стенки желчного протока достигается путем использования корзинчатых или баллонных катетерных систем или путем прямого визуального прицеливания через рабочий канал холедохоскопа [7]. Однако у данного метода существует проблема повреждения желчного протока, вызванного ударами фрагментов камней или неправильной фокусировкой ударных волн на стенку желчного протока [7].

Химическое внутрипротоковое растворение желчных камней такими растворителями, как монооктаноин или метил-герт-бутил, устарело вследствие малой эффективности, высокой болезненности, необходимости длительной госпитализации [8].

Предпосылкой использования лазерного

излучения для литотрипсии явились свойства его распространения в водной среде. Независимо от типа лазера и характеристики его излучения, первый из пиков давления на конкремент — это следствие ударной волны, возникающей благодаря действию плазмы, которая формируется в момент выхода импульса из торца световода [9]. Считается также, что ударная волна рождается в тот момент, когда изначально сверхзвуковая скорость расширения плазмы, снижаясь, переходит звуковой барьер [10]. Второй и последующий пики обязаны своим происхождением схлопыванию кавитационных пузырьков, что также ведет к образованию ударных волн [9]. Эффект воздействия ударных волн и кавитации используют для разрушения камней в мочевыводящих и желчных путях.

В последнее время для разрушения камней в урологии и билиарной хирургии стали применять импульсные лазеры: Nd:YAG лазер (1064 нм) [11], Ho:YAG лазер (2100 нм) [12], Cr-Tu-Ho: YAG (2150 нм) лазер, импульсный лазер с длиной волны 594 нм [13].

При расстоянии от торца световода до поверхности воздействия более 1 мм часть лазерной энергии (до 50%) тратится на поглощение в жидкости, что естественно ослабляет эффективность лазерного воздействия [14]. Для проведения литотрипсии необходимо ввести торец лазерного световода в контакт с камнем [9] или поместить его на расстояние не более 1 мм от конкремента [14].

По мнению некоторых авторов, чрезмерное повышение энергии в импульсе может привести к разрушению не только камня, но и торца световода, осколки которого могут травмировать ткань, что в ряде случаев может потребовать их удаления [9].

В литературе встречаются только единичные наблюдения по выполнению лазерной литотрипсии конкрементов в просвете холедоха [12, 15]. Данных о применении лазерного излучения с длиной волны 1320 и 1440 нм для разрушения конкрементов внепеченочных желчных протоков в литературных источниках нам не встретилось.

Цель исследования: определить длину волны лазерного излучения с наиболее выраженным эффектом литотрипсии в отношении конкрементов внепеченочных желчных протоков, а также определить оптимальные параметры лазерного излучения для выполнения литотрипсии.

Материал и методы

В качестве источника лазерного излучения

в эксперименте и в клинике использовали лазерную установку МУЛ-1 отечественного производства. В этом аппарате применена одна твердотельная лазерная система на гранатовой активной среде, полностью работающая в импульсно-частотном режиме и генерирующая три различных по своим свойствам рабочих лазерных луча с длинами волн 1064 нм, 1320 нм и 1440 нм. Транспортировка лазерного излучения осуществляется с помощью гибкого световода. Тип применяемого световода – кварцевый, ступенчатого типа диаметром 0,6 мм, 0,5 мм, 0,4 мм, 0,3 мм. Выходной лазерный инструментальный – дистальный конец световода. Управление – программное от компьютера с контролем рабочих параметров, с цветным жидкокристаллическим монитором с сенсорным экраном. Во всех наблюдениях использовали световодный инструмент диаметром 600 мкм. Основные технические характеристики серийной лазерной установки МУЛ-1 представлены в таблице 1.

В эксперименте использовали конкременты, заранее извлеченные из внепеченочных желчных протоков во время открытых и лапароскопических вмешательств. Во всех сериях эксперимента за сутки до проведения исследования конкременты помещали в емкость с физиологическим раствором натрия хлорида. Для определения из трех длин волн (1064 нм, 1320 нм и 1440 нм), длины волны лазерного излучения, обладающей максимально выраженным эффектом литотрипсии, конкремент жестко закрепляли на плоской поверхности в емкости с физиологическим раствором натрия хлорида. Торец лазерного световода находился в руке исследователя. На конкремент воздействовали контактным способом. Для излучения установ-

ливали параметры, приведенные в таблице 2.

Перед литотрипсией измеряли объем конкремента. Для этого его извлекали из емкости, удаляли с его поверхности жидкость с помощью ветоши, затем помещали в градуированную колбу с физиологическим раствором с ценой деления 0,1 мл. По окончании эксперимента снова измеряли объем конкремента аналогичным способом. Разница в объеме конкремента до воздействия лазерного излучения и после него, и являлась тем объемом конкремента, который удалось разрушить. Во всех экспериментах использовали кварцевый световод диаметром 600 мкм, дистальный отдел световода освобождали от полимерной оболочки на 5 мм и формировали ровный скол специальным инструментом. Излучением с длиной волны 1064 нм и 1320 нм непрерывно воздействовали на конкремент в течение 120 секунд, а излучением 1440 нм – 60 секунд. Для статистической достоверности производили по 10 измерений для каждой длины волны. Затем рассчитывали объем разрушенного конкремента за 1 импульс. Для этого объем разрушенного конкремента делили на количество импульсов, воздействовавших на конкремент. Во всех экспериментах после литотрипсии проверяли дистальный участок световода, освобожденный от полимерной оболочки на предмет разрушений и измеряли его длину с помощью штангенциркуля.

Для определения минимального значения энергии импульса, при котором регистрируется эффект литотрипсии, на конкремент воздействовали лазерным излучением в контактном режиме. Лазерный световод жестко закрепляли на штативе, конкремент жестко закрепляли на плоской поверхности в емкости с физиологиче-

Таблица 1

Основные технические характеристики лазерной установки МУЛ-1

Длины волн лазерного излучения, (мкм)	Максимальная выходная энергия импульсов излучения, (Дж)	Выходная средняя мощность излучения, (Вт)	Частота следования импульсов, (Гц)	Длительность лазерных импульсов, (мс)
1,064	4	до 100	до 100	0,5-2
1,32	2	до 60	до 75	0,5-2
1,44	0,9	до 25	до 55	0,5-2

Таблица 2

Параметры лазерного излучения, использованные в эксперименте для определения длины волны лазерного излучения с максимально выраженным эффектом литотрипсии

Длина волны лазерного излучения (нм)	Энергия импульса (Дж)	Частота (Гц)	Длительность импульса (мкс)	Средняя мощность (Вт)	Длительность воздействия на конкремент (с)
1064	0,89	47	180	42	120 (5640 импульсов)
1320	0,9	31	260	28	120 (3720 импульсов)
1440	0,91	11	360	10	60 (660 импульсов)

ским раствором натрия хлорида. Торец лазерного световода подводили в контакт с конкрементом. Воздействие проводили при минимальном значении энергии импульса, которое возможно установить на лазерной системе. Для длины волны 1064 нм оно составило 0,19 Дж, для 1440 нм – 0,17 Дж, для излучения 1320 нм – 0,27 Дж. Частота следования импульсов была сопоставимой во всех экспериментах и варьировала в пределах 34–36 Гц. Длительность воздействия лазерного излучения на конкремент была равна 3 секундам. Этого времени достаточно, чтобы эффект литотрипсии, если он имеется, проявился. После каждого воздействия лазерным излучением изучали поверхность конкремента на предмет повреждений. Для каждой длины волны эксперимент повторяли идентично.

Для определения максимального расстояния от торца световода до поверхности конкремента, на котором регистрируется эффект литотрипсии для лазерного излучения с длиной волны 1064, 1320 и 1440 нм, лазерный световод жестко закрепляли на штативе, конкремент в свою очередь, жестко закрепляли на плоской поверхности в емкости с физиологическим раствором натрия хлорида. Торец лазерного световода устанавливали на расстоянии 5 мм. В этом эксперименте выбирали заведомо максимальные значения энергии импульса. Для длины волны 1064 нм она составила 4,6 Дж, для длины волны 1320 нм – 2,2 Дж, для длины волны 1440 нм – 0,92 Дж. Длительность воздействия составляла 3 секунды. Частота следования импульсов – 10 Гц. Затем визуально изучали поверхность конкремента на предмет разрушения и устанавливали его по отношению к световоду еще неповрежденной стороной. Расстояние между конкрементом и торцом лазерного световода уменьшали на 0,5 мм и эксперимент повторяли. Характеристики самого излучения при этом не изменялись. Эти действия повторяли для всех трех длин волн.

Оптимальные значения энергии импульса для эффективной литотрипсии определяли следующим способом. Для этого конкремент фиксировали, так же как и в предыдущем эксперименте, в емкости с физиологическим раствором натрия хлорида. Объем разрушенного конкремента определяли способом, описанным в предыдущих опытах. Торцы лазерного световода не фиксировали, он был в руке исследователя. На конкремент воздействовали контактно лазерным излучением с длиной волны 1320 и 1440 нм. Длину волны 1064 нм в этом эксперименте не использовали в связи с наименее выраженными литотрипсическими свойствами. Энергию импульса устанавливали на значениях

несколько больших, чем те, при которых появляется эффект литотрипсии. Это составило 0,6 Дж для длины волны 1320 нм и 0,5 Дж для 1440 нм. На конкремент непрерывно воздействовали лазером в течение 2 минут. Затем поэтапно увеличивали энергию импульса на 0,3 Дж для длины волны 1032 нм и на 0,2 Дж для 1440 нм и снова повторяли воздействие каждый раз используя новый конкремент. Эффективность литотрипсии определяли по объему конкремента, который удалось разрушить за один импульс. Для каждого значения энергии импульса производили по 5 измерений. Также фиксировали факты разрушения конкремента на несколько крупных фрагментов.

Для моделирования в эксперименте интраоперационной эндоскопической лазерной литотрипсии конкремента, вклиненного во внепеченочном желчном протоке, камень помещали в трубку из поливинилхлорида, соответствующую его диаметру так, чтобы конкремент не смещался. В трубку вводили холедохоскоп диаметром 5 мм. Световод лазера помещали в пластиковый катетер, проводили по рабочему каналу холедохоскопа и, выведя торец лазерного световода за пределы рабочей части холедохоскопа на 6–7 мм, контактно воздействовали на конкремент излучением 1320 нм до полного его разрушения на небольшие фрагменты. Затем аналогичные действия выполняли, используя излучение с длиной волны 1440 нм. При этом изображение выводили через камеру холедохоскопа на монитор, и все манипуляции проводили под визуальным контролем. Для излучения 1320 и 1440 нм использовали оптимальные значения энергии импульса и частоты, полученные в предыдущих экспериментах (1320 нм – энергия импульса равна 1,2 Дж, частота – 20 Гц; 1440 нм – энергия импульса равна 0,7 Дж, частота – 14 Гц). Измеряли время полной фрагментации конкремента и размеры фрагментов, которые получались в результате воздействия лазерного излучения. Эксперименты фиксировали на цифровые носители.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета прикладных программ Statistica версия 6.0. Представление результатов: Me (медиана) – значение, справа и слева от которого на оси значений признака располагаются равные количества значений признака данной выборки; 25-й; 75-й процентиля.

Непараметрический тест применялся для оценки различий между двумя выборками применяли U-тест Манна-Уитни.

Достоверным признали различие при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

При сопоставимых значениях энергии импульса лазерным излучением с длиной волны 1440 нм за один импульс удалось разрушить в 8,4 раза больший объем конкремента, чем излучением 1320 нм. В свою очередь, излучением с длиной волны 1320 нм – в 3 раза больший объем, чем излучением с длиной волны 1064 нм. На фотографии (рис. 1) – конкремент после литотрипсии выполненной длиной волны 1320 нм. Данные объема разрушенного конкремента за 1 импульс приведены в таблице 3.

У излучения с длиной волны 1064 нм эффект литотрипсии выражен минимально, так как этой длиной волны за 1 импульс разрушен наименьший объем конкремента.

Таким образом, из трех сравниваемых длин волн лазерного излучения, максимальным эффектом литотрипсии обладает излучение с длиной волны 1440 нм.

Установлено, что у лазерного излучения с длиной волны 1440 нм эффект литотрипсии регистрируется при самом минимальном из трех длин волн значении энергии импульса. Данные о минимальных значениях энергии импульса приведены в таблице 4.

Несмотря на разницу в свойствах трех длин волн лазерного излучения, эффект литотрипсии был зарегистрирован только на расстоянии 1 мм для всех длин волн.

Данные серии экспериментов по определению оптимальных значений энергии импульса для выполнения эффективной литотрипсии конкрементов внепеченочных желчных протоков приведены в таблицах 5 и 6.



Рис. 1. Конкремент после воздействия на него лазерного излучения в водной среде 1320 нм

В нескольких наблюдениях при воздействии на конкремент лазерным излучением с длиной волны 1440 нм с энергией импульса равной 0,9 Дж конкремент разрушался на несколько фрагментов менее чем за 30 секунд. Это же явление происходило во всех наблюдениях при воздействии лазерным излучением с длиной волны 1320 нм при энергии импульса равной 2,1 Дж. В связи с этим не удалось измерить объем разрушенной части конкремента при энергии импульса 2,1 Дж. С ростом энергии импульса возрастал объем конкремента, разрушенного за один импульс, следовательно, возрастала скорость разрушения конкремента. Логично было бы предположить, что чем больший объем конкремента разрушен за один импульс, тем эффективнее литотрипсия. Но с увеличением энергии импульса увеличивается сила ударной волны, становятся крупнее фрагменты, на которые разрушается камень, и вследствие плохой управляемости процессом литотрипсии увеличивается риск повреждения окружающих камень тканей. С другой стороны, увеличить скорость разрушения камня можно, не наращивая энергию импульса до максимальных величин, сопровождающихся сильной

Таблица 3

Объем конкремента, разрушенного излучением с длиной волны 1064, 1320 и 1440 нм за 1 импульс

Длина волны лазерного излучения (нм)	Объем конкремента, разрушенного за 1 импульс (мл) Me [LQ; UQ]	Достоверность
1064	0,000018 [0,000018; 0,000035]	$P_{1-2} < 0,05$
1320	0,000054 [0,000054; 0,000054]	$P_{1-3} < 0,05$
1440	0,000455 [0,000303; 0,000455]	$P_{2-3} < 0,05$

Таблица 4

Минимальное значение энергии импульса, при котором проявляется эффект литотрипсии и другие параметры лазерного излучения, использованные в этом эксперименте

Длина волны (нм)	Энергия импульса, при которой зафиксирован эффект литотрипсии, (Дж)	Длительность импульса, (мкс)	Частота импульса, (Гц)	Средняя мощность лазерного излучения, (Вт)
1064	0,32	180	34	11
1320	0,27	250	36	10
1440	0,25	360	36	9

Таблица 5

Объем конкремента, разрушенного за один импульс излучением с длиной волны 1320 нм при различных значениях энергии импульса

Энергия импульса (Дж)	Объем конкремента, разрушенного за 1 импульс (мл) Me [LQ; UQ]	Достоверность
0,6	0,000042 [0,000039; 0,000042]	$P_{1-2} < 0,05$ $P_{1-3} < 0,05$ $P_{1-4} < 0,05$ $P_{1-5} < 0,05$
0,9	0,000054 [0,000054; 0,000054]	$P_{2-3} < 0,05$ $P_{2-4} < 0,05$ $P_{2-5} < 0,05$
1,2	0,000100 [0,000067; 0,000100]	$P_{3-4} < 0,05$ $P_{3-5} < 0,05$
1,5	0,000167 [0,000125; 0,000167]	$P_{4-5} < 0,05$
1,8	0,000379 [0,000379; 0,000455]	

Таблица 6

Объем конкремента, разрушенного за один импульс излучением с длиной волны 1440 нм при различных значениях энергии импульса

Энергия импульса (Дж)	Объем конкремента, разрушенного за 1 импульс (мл) Me [LQ; UQ]	Достоверность
0,5	0,000139 [0,000139; 0,000139]	$P_{1-2} < 0,05$ $P_{1-3} < 0,05$ $P_{2-3} < 0,05$
0,7	0,000333 [0,000250; 0,000333]	
0,9	0,000500 [0,000417; 0,000500]	

ударной волной, а увеличив частоту импульсов. В тех случаях, когда имеется высокий риск повреждения прилежащих к камню тканей, мы предлагаем использовать относительно небольшие (от 0,9 до 1,5 Дж для лазерного излучения 1320 нм и 0,5-0,8 Дж для лазерного излучения 1440 нм) значения энергии импульса, увеличив при этом частоту их следования. Высокие энергии импульса при литотрипсии допустимо использовать только при фрагментации крупных конкрементов внепеченочных желчных протоков в жидкой среде.

Ни в одном из наблюдений разрушения на фрагменты или укорочения дистальной части кварцевого световода после литотрипсии не произошло.

Разрушить конкременты удалось во всех наблюдениях, где мы моделировали интраоперационную эндоскопическую лазерную литотрипсию конкремента, вклиненного во внепеченочном желчном протоке. Время, затраченное на эту манипуляцию, составило от 5 до 7 минут при воздействии излучением с длиной волны 1320 нм и от 7 до 9 минут при воздействии излучением 1440 нм. При этом размеры фрагментов конкрементов при их разрушении

были крупнее при литотрипсии излучением 1320 нм. Разрушение конкрементов излучением с длиной волны 1320 нм происходило быстрее, но это обусловлено большей частотой следования импульсов и разрушением камней на более крупные фрагменты.

Мы считаем, что во время выполнения процедуры расстояние от торца световода до границ оптики должно быть достаточным и составлять не менее 6 мм, чтобы оптика холедохоскопа не испытывала на себе действие ударных волн, эффекта кавитации, осколков конкремента, а также высоких температур. Для предупреждения повреждения рабочего канала холедохоскопа дистальным концом световода его необходимо предварительно поместить в полимерный катетер, провести через канал холедохоскопа и только после этого вывести дистальный конец световода за пределы торца холедохоскопа. Кроме того, для обеспечения хорошей визуализации процесса литотрипсии необходима постоянная ирригация прозрачной жидкости (физиологического раствора натрия хлорида), которая удаляет взвесь фрагментов конкрементов, образующихся в процессе их разрушения.

Для демонстрации успешного применения полученных в процессе экспериментального исследования результатов приводим 2 клинических наблюдения у пациентов с холангиолитиазом, которым выполнена лазерная литотрипсия. В обоих наблюдениях лазерная литотрипсия выполнена с информированного согласия пациентов. Клинические наблюдения публикуются также с их согласия.

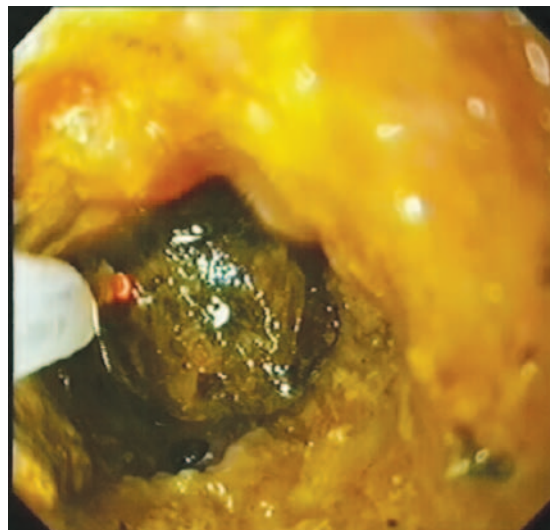
Пациентка, 65 лет поступила с жалобами на периодические боли в правом подреберье, сопровождавшиеся повышением температуры тела до 38,5°C, рвоту. Эти жалобы появились в 2005 году. Из анамнеза известно, что в 2001 году ей была выполнена лапаротомия, холецистэктомия и холедоходуоденостомия по Юрашу-Виноградову по поводу хронического калькулезного холецистита в сочетании с холангиолитиазом в одной из районных больниц Минской области. Операция была завершена дренированием холедоха по Пиковскому. Затем дренажная трубка была извлечена. При поступлении на фиброгастроуденоскопии определялся свободно проходимый для аппарата, широкий холедоходуоденоанастомоз. Желчь через ХДА выделялась. В просвете общего печеночного протока определялся конкремент 2,5 на 2 см, плотный. Извлечь конкремент с помощью имевшихся технических средств не представлялось возможным из-за больших размеров камня и плотного прилегания его к стенкам протоков. Разрушить его механически не удалось. На компьютерной томографии визуализировались расширенные внутриспеченочные желчные протоки. Особенно дилатированы были протоки левой доли печени с наличием воздуха и контрастного вещества в них. Область билиодигестивного анастомоза не дифференцировалась. Контраст поступал в дистальные отделы кишечника. Данные ультразвукового исследования: значительное расширение внутриспеченочных желчных протоков в левой доле до 7-11 мм, стенки их уплотнены по всей печени, в левом доле протоке имеется эхопозитивное, несколько неоднородное образование 15×8 мм, без четкой эхотени, (рыхлый конкремент?), желчный пузырь удален. По данным ретроградной холангиопанкреатографии (РХПГ) определялось резкое расширение общего печеночного и левых внутриспеченочных протоков до 3 см, которые полностью выполнены разновеликими конкрементами. Правые внутриспеченочные протоки не контрастировались. Холедох 1-2 см в диаметре, в дистальной его части – стриктура.

В анализе крови и общем анализе мочи отклонений показателей от нормы не отмечалось. Увеличен билирубин до 25,4 мкмоль/л

(связанный – 7,3; свободный – 18,1 мкмоль/л). 11.03.09. пациентке выполнена контактная лазерная литотрипсия излучением длиной волны 1320 нм, поставляемым по лазерному кварцевому световоду диаметром 600 мкм, проведенному через канал фиброгастроскопа (рис. 2). Во время первого сеанса литотрипсии после частичного разрушения конкремента обнаружен фрагмент дренажа Пиковского, находящийся в просвете общего печеночного протока. Последний удален щипцами. Литотрипсия выполнена в 2 этапа. Второй этап – 16.03.09.; через 5 суток. Лазерная литотрипсия дополнена извлечением крупных фрагментов конкремента с помощью корзинки Dormia и эндоскопической петли. Мелкие фрагменты конкремента и мелкие конкременты, которые смещались из внутриспеченочных протоков, удалены путем промывания струей физиологического раствора. Через 2 суток выполнено удаление оставшихся фрагментов петель. Перед выпиской пациентке выполнено контрольное эндоскопическое исследование с удалением мелких конкрементов, сместившихся дистально из внутриспеченочных протоков, путем промывания. Общий билирубин от 16.03.09. 11 мкмоль/л. Пациентка выписана домой в удовлетворительном состоянии, жалоб не предъявляла. Через один месяц пациентке выполнено контрольное эндоскопическое исследование, во время которого патологических изменений со стороны ХДА и внепеченочных желчных протоков обнаружено не было.

У пациентов, которым по тем или иным причинам невозможно выполнить механическую литотрипсию эндоскопическим методом,

Рис. 2. Лазерная литотрипсия крупного конкремента, образовавшегося в просвете гепатикохоледоха после холедоходуоденостомии. Литотрипсия выполнена через гастроскоп



возможна литотрипсия во время лапароскопического вмешательства через просвет холедохоскопа во время интраоперационной холедохоскопии или через холедохотомическое отверстие. Приводим клиническое наблюдение.

Пациент, 71 год, был госпитализирован с жалобами на периодический кожный зуд, ахоличный кал. Из анамнеза известно, что эти жалобы периодически появлялись в течение последнего года. Пациент был обследован в Республиканском научно-практическом центре онкологии и медицинской радиологии, где наблюдался по поводу: 1) периферического рака верхней доли правого легкого с метастазами в лимфоузлах средостения и обоих надпочечниках $pT_4N_0M_1$, 4 стадия; 2) рака левого верхнедолевого бронха $pT_1N_0M_0$, 1 стадия.

Состояние после 4 курсов полихимиотерапии в январе-апреле 2011 г. При УЗИ органов брюшной полости в просвете холедоха определялся конкремент до 20 мм в диаметре, желчные протоки расширены: долевые — до 10 мм, сегментарные — до 3 мм, холедох — до 15 мм. Желчный пузырь 117×48 мм просвет свободен. На КТ ОБП в просвете холедоха выявлен конкремент, расширение внутрипеченочных и внепеченочных желчных протоков. Пациент был направлен в УЗ «Минская областная клиническая больница». В общем анализе крови патологические изменения отсутствовали. В биохимическом анализе крови отмечалось повышение общего билирубина до 47 мкмоль/л. 17.05.11. выполнена ретроградная холангиография. Во время этого исследования установлено, что желчные протоки неравномерно расширены (холедох в дистальной части 12 мм на протяжении примерно двух сантиметров, проксимальнее — 25 мм, внутрипеченочные протоки — 5-8 мм). В просвете холедоха конкремент 15×35 мм. Выполнена ЭПСТ. Конкремент извлечь не удалось. 18.05.11. повторно выполнена РХПГ (рис. 3).

Во время процедуры удалось лишь незначительно разрушить конкремент и извлечь мелкие фрагменты. 17.05.11. пациенту выполнена лапароскопическая холецистэктомия, холедохотомия, лазерная литотрипсия конкремента гепатикохоледоха (рис. 4), дополнительно выполнено механическое разрушение конкремента жестким жажимом с извлечением фрагментов.

Операция завершена глухим швом холедоха и дренированием брюшной полости. Послеоперационный период протекал без осложнений. В биохимическом исследовании, сделанном перед выпиской пациента из стационара, общий билирубин — 17 мкмоль/л. На пятые сутки пациент был выписан на амбулаторное лечение.

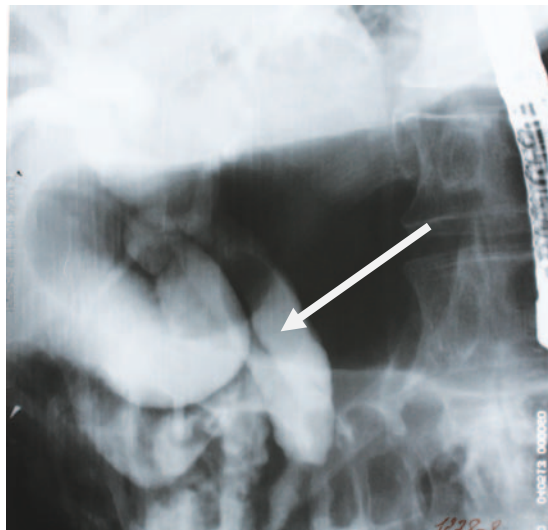
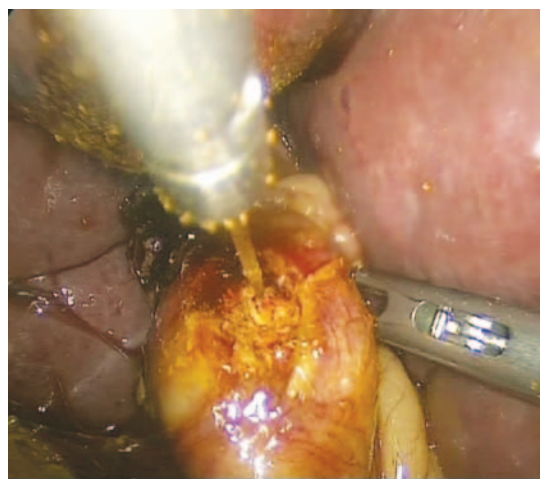


Рис. 3. Данные РХПГ. Стрелкой отмечен конкремент больших размеров в просвете холедоха

При контрольном осмотре через три месяца у пациента патологии со стороны внепеченочных желчных протоков не выявлено.

Проведенные экспериментальные исследования по изучению литотриптических свойств лазерного излучения с длиной волны 1320 и 1440 нм создали предпосылки для успешного применения полученных данных в клинической практике. Приведенные клинические наблюдения свидетельствуют о возможности эффективно использовать лазерную литотрипсию в тех случаях, когда другие методы не позволяют разрушить конкременты внепеченочных и внутрипеченочных желчных протоков. Примененные методики дали возможность избежать больших травматичных хирургических вмешательств у этой категории пациентов.

Рис. 4. Лазерная литотрипсия крупного конкремента гепатикохоледоха во время лапароскопической операции через холедохотомию



Выводы

1. Эффектом литотрипсии обладают все три лазерных излучения с длинами волн 1064, 1320 и 1440 нм.

2. Максимально выраженными литотрипсическими свойствами обладает излучение с длиной волны 1440 нм. Для разрушения конкрементов внепеченочных желчных протоков нецелесообразно использовать излучение с длиной волны 1064 нм.

3. Эффект литотрипсии регистрируется при значении энергии импульса равной 0,32 Дж для длины волны 1064 нм, 0,27 Дж для длины волны 1320 нм и 0,25 Дж для длины волны 1440 нм.

4. В жидкой среде даже при максимальных значениях энергии импульса разрушения торца световода во время дробления конкрементов желчных протоков не происходит.

5. Максимальное расстояние от торца световода до поверхности конкремента, на котором регистрируется эффект литотрипсии, составляет для всех трех длин волн 1 мм. При увеличении расстояния более 1 мм повреждающего действия на конкремент лазерного излучения не происходит.

6. Оптимальные значения энергии импульса для выполнения литотрипсии у лазерного излучения с длиной волны 1320 нм находятся в пределах от 0,9 до 1,5 Дж, у излучения с длиной волны 1440 нм — в пределах 0,5-0,8 Дж.

7. Лазерную литотрипсию излучением с длиной волны 1320 и 1440 нм можно эффективно выполнять во время интраоперационной холедохоскопии.

8. Методика лапароскопической и эндоскопической лазерной литотрипсии является эффективным и перспективным методом лечения пациентов с холангиолитиазом, в сочетании с операциями, восстанавливающими пассаж желчи по внепеченочным желчным протокам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Tanaka M. Problems inherent to balloon dilatation for the treatment of common bile duct stones in comparison with endoscopic sphincterotomy / M. Tanaka // *Dig Endosc.* — 2000 Apr. — Vol. 12, N 2. — P. 112–115.
2. Новые технологии при механической желтухе доброкачественного генеза / А. В. Гусев [и др.] // *Анналы хирург. гепатологии.* — 2008. — Т. 13, № 1 С. 72–75.
3. Coelho-Prabhu N. Outcome of access sphincterotomy using a needle knife converted from a standard biliary sphincterotome / N. Coelho-Prabhu, I. Dzeletovic, T. H. Baron // *Endoscopy.* — 2012 Jul. — Vol. 44, N 7. — P. 711–14.

4. К вопросу о лапароскопической холедохолитотомии / Ю. В. Снигирев [и др.] // *Эндоскоп. хирургия.* — 2005. — № 1. — С. 135.
5. Treatment of difficult bile duct stones using mechanical, electrohydraulic and extracorporeal shock wave lithotripsy / K. F. Binmoeller [et al.] // *Endoscopy.* — 1993 Mar. — Vol. 25, N 3. — P. 201–206.
6. Литолизис и ударно-волновая литотрипсия в лечении желчнокаменной болезни / Ш. И. Каримов [и др.] // *Эндоскоп. хирургия.* — 2003. — № 1 — С. 27–29.
7. Percutaneous transhepatic small-caliber choledochoscopic lithotomy: a safe and effective technique for percutaneous transhepatic common bile duct exploration in high-risk elderly patients / O. Kaoru [et al.] // *J Hepatobiliary Pancreat Surg.* — 2002. — Vol. 9, N 2. — P. 213–17.
8. Complex biliary stones: treatment with a small choledochoscope and laser lithotripsy / V. J. Harris [et al.] // *Radiology.* — 1996 Apr. — Vol. 199, N 1. — P. 71–77.
9. Неворотин А. И. Введение в лазерную хирургию : учеб. пособие / А. И. Неворотин. — СПб. : СпецЛит, 2000. — 175 с.
10. Time-resolved observations of shock waves and cavitation bubbles generated by femtosecond laser pulses in corneal tissue and water / T. Juhasz [et al.] // *Laser Surg Med.* — 1996. — Vol. 19, N 1. — P. 23–31.
11. Rink K. Fragmentation process of current laser lithotripsy / K. Rink, G. Delacretaz, R. P. Salathe // *Laser Surg Med.* — 1995. — Vol. 16, N 2. — P. 134–46.
12. Хрячков В. В. Прицельная контактная лазерная литотрипсия — новые возможности в лечении желчно-каменной болезни / В. В. Хрячков, Н. В. Левченко, В. В. Белоусов // *Успехи соврем. естествознания.* — 2008. — № 5 — С. 152–54.
13. Endoscopic laser lithotripsy for complicated bile duct stones. Is cholangioscopic guidance necessary? / R. Jacobs [et al.] // *Arq Gastroenterol.* — 2007 Apr-Jun. — Vol. 44, N 2. — P. 137–40.
14. Грачев С. В. Гольмиевый лазер в медицине / С. В. Грачев. — М. : Триада-Х, 2003. — 240 с.
15. Holmium laser lithotripsy under direct peroral cholangioscopy by using an ultra-slim upper endoscope for patients with retained bile duct stones (with video) / H. I. Kim [et al.] // *Gastrointest Endosc.* — 2011 Nov. — Vol. 74, N 5. — P. 1127–32.

Адрес для корреспонденции

223052, Республика Беларусь,
Минская область, Минский район, п. Лесной-1;
УЗ «Минская областная клиническая больница»,
хирургическое отделение №2,
тел.моб.: +375 29 134-41-54,
e-mail: alexandrov@tut.by,
Александров Сергей Владимирович

Сведения об авторах

Александров С.В., заведующий хирургическим отделением №2 УЗ «Минская областная клиническая больница», преподаватель кафедры хирургии ГУО «Белорусская медицинская академия последипломного образования».

Поступила 18.01.2013 г.