

Е.С. ЕРМИЛОВА^{1,2}, О.И. БАЙЦАЕВА², В.А. АНДРЕЕВА², М.В. МУРАШКИНА³

¹Национальный исследовательский ядерный университет МИФИ, Москва, Россия

²ООО НТО «ИРЭ-Полус», Москва, Россия

³ГБУЗ Москвы «Городская клиническая больница №31 Департамента здравоохранения Москвы», Москва, Россия

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИАПАЗОНА БЕЗОПАСНЫХ РЕЖИМОВ ТУЛИЕВОГО ВОЛОКОННОГО ЛАЗЕРА (TFL) С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 1,94 МКМ ДЛЯ ЭНДОСКОПИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ «СЛОЖНОГО» ХОЛЕДОХОЛИТИАЗА

Проведен эксперимент *in vitro* для разработки первых клинических рекомендаций по безопасному применению тулиевого волоконного лазера Urolase+ Premium производства ООО НТО «ИРЭ-Полус» при контактной лазерной литотрипсии в лечении сложного холедохолитиаза. Установлено, что при постоянном ирригационном потоке 60 мл/мин все режимы с максимальной средней мощностью 70 Вт находятся в безопасном диапазоне. При переменном потоке необходимо чаще отжимать педаль лазера и обеспечивать ирригацию для поддержания оптимальной температуры.

E.S. ERMILOVA^{1,2}, O.I. BAYTSAEVA², V.A. ANDREEVA², M.V. MURASHKINA³

¹National Research Nuclear University MEPhI (Moscow Engineering Physics Institute), Moscow, Russia

²LLC NTO "IRE Polus", Moscow, Russia

³Municipal Clinical Hospital No. 31 of Moscow Department of Health, Moscow, Russia;

INVESTIGATION OF THE RANGE OF SAFE MODES OF THULIUM FIBER LASER (TFL) WITH A WAVELENGTH OF 1.94 MICRONS FOR ENDOSCOPIC TREATMENT OF COMPLEX CHOLEDOCHOLITHIASIS

An *in vitro* experiment was conducted to develop the first clinical recommendations for the safe use of the Urolase+ Premium thulium fiber laser manufactured by ООО NTO IRE-Polus in contact laser lithotripsy in the treatment of complex choledocholithiasis. It was found that with a constant irrigation flow of 60 ml/min, all modes with a maximum average power of 70 W are in the safe range. With a variable flow, it is necessary to press the laser pedal more often and provide irrigation to maintain the optimal temperature.

В последние десятилетия прослеживается рост случаев желчекаменной болезни, связанной с образованием конкрементов в желчевыводящих путях. "Сложный" холедохолитиаз характеризуется неэффективностью стандартных эндоскопических методов лечения из-за крупных (более 1,5 см) и неправильно сформированных камней, а также анатомических изменений билиарного тракта. В таких случаях применяется контактная внутрипротоковая лазерная литотрипсия — малоинвазивный и эффективный метод, особенно когда эндоскопическое извлечение невозможно. Желчные камни имеют пористую структуру и находятся в водной среде, что делает двухмикронное лазерное излучение (1,9-2,1 мкм), совпадающее с пиком поглощения воды, подходящим для лечения.

При лазерном воздействии внутри желчного протока важно избежать гипертермии слизистой оболочки. Для этого проведен эксперимент, целью которого было определить безопасный диапазон мощностей лазера при контактной литотрипсии. Измерялась температура водной среды в силиконовой модели протока с помощью термодатчиков К-типа, расположенных в нескольких точках (рис. 1а). Это позволило исследовать нагрев вблизи торца волокна и дальнейшее распределение температурного поля от центра в бок. Лазерная энергия была фиксирована на уровне 0,5 Дж, а основным объектом исследования стала зависимость изменения температуры ирригационной жидкости от мощности лазера. На графике ниже (рис. 1б) показана общая тенденция изменения температуры от времени лазерной эмиссии одновременно для трех термодатчиков в случае измерения при постоянном потоке поступающей жидкости для 30 Вт.

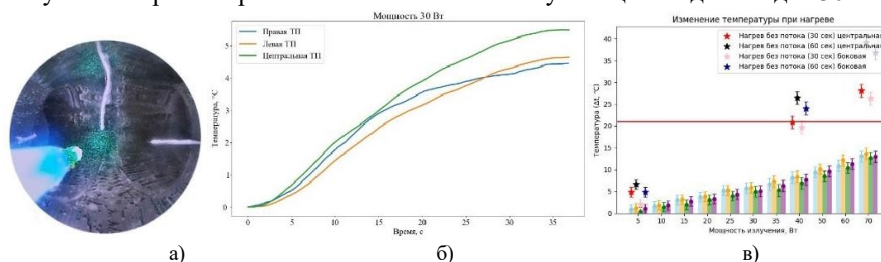


Рис. 1. а) Эндоскопический вид расположения термодатчиков внутри модели протока, б) График зависимости изменения температуры от времени для трех термодатчиков для 30 Вт с ирригацией, в) Столбчатая диаграмма, отражающая зависимость нагрева жидкости внутри протока от подаваемой мощности в присутствии ирригации и без нее для обеих термодатчиков

Температура физраствора для ирригации при литотрипсии составляет 22 °С, а критическая температура для необратимых изменений слизистой — 43 °С, что устанавливает пороговое значение нагрева в 21 °С. Анализ столбчатой диаграммы (рис. 1в) показывает, что при постоянном ирригационном потоке 60 мл/мин все режимы лазера TFL Urolase+ Premium безопасны. При переменном потоке необходимо чаще прекращать лазерную эмиссию и обеспечивать ирригацию для поддержания оптимальной температуры.