

Применение квазинепрерывного тулиевого волоконного лазера для литотрипсии камней при мочекаменной болезни

В. А. Замятина¹, В. Е. Сыпин^{1,2}

¹Научно-техническое объединение «ИРЭ-Полус»

²Московский физико-технический институт (государственный университет)

Литотрипсия – это современный малоинвазивный метод дробления камней в организме человека. Образование камней в мочевыводящих путях человека – часто встречаемое заболевание. Болезнь может диагностироваться как у семимесячного ребенка, так и у человека старческого возраста, однако в 68% случаев эти болезни развиваются в трудоспособном возрасте (20 - 60 лет). Существуют различные методы дробления камней в организме человека, выбор которого зависит от типа, плотности и расположения камня. Лазерная литотрипсия является наименее травматичным и наиболее эффективным методом дробления всех типов мочевых камней в организме человека.

В клинической практике наибольшее распространение получили лазерные системы на основе лазера на алюмо-иттриевом гранате, активированном ионами гольмия (Ho:YAG), с длиной волны излучения 2,09 мкм [1]. Однако, несмотря на большую распространенность этих систем, они имеют ряд недостатков, а именно: значительное проявление эффекта ретропульсии (смещение камня под действием излучения), поражение мягких тканей (перфорация стенки органа, например, мочеточника, из-за большой глубины проникновения данного излучения в мягкие ткани), большое время дробления камней, а также большая стоимость аппарата [2,3,4].

В последние годы вызывает интерес применение для литотрипсии тулиевых волоконных лазеров, работающих в импульсно-периодическом режиме с длиной волны излучения 1,94 мкм [5]. Стоит отметить, что данная длина волны лучше поглощается в воде, по сравнению с излучением $\lambda=2,09$ мкм, что приводит к тому, что глубина проникновения излучения в мягкие ткани значительно меньше.

Пиковая мощность существующих коммерчески доступных медицинских приборов не превышает 120 Вт. Однако, при такой пиковой мощности процедура дробления камней занимает время в несколько раз большее по сравнению со временем дробления излучением лазера Ho:YAG [6].

В данной работе проведены исследования in-vitro, направленные на определение возможности использования квазинепрерывного тулиевого волоконного лазера с пиковой мощностью излучения до 500 Вт для проведения процедуры литотрипсии, как потенциальную замену системе на основе лазера Ho:YAG.

Экспериментальная установка включает в себя специально разработанные кюветы с несколькими уровнями металлических сеток, позволяющие точно определить размеры образующихся фрагментов. Установка также снабжена оптической камерой высокого разрешения для оценки явления ретропульсии. В исследовании использованы камни – фантомы из материала VegoStone и кальций–оксалатовые мочевые камни (самые твердые и трудно разрушаемые камни в организме человека).

В результате исследования установлено, что скорость фрагментации камней излучением квазинепрерывного волоконного лазера на порядок выше, чем излучением системы “VersaPulsePowerSuite 100” на основе лазера Ho:YAG компании Lumenis (средняя мощность до 100 Вт, частота следования импульсов до 50 Гц, пиковая мощность приблизительно до 3 кВт). Кроме того, была отмечена меньшая ретропульсия камней.

Данные предварительного исследования позволяют сделать вывод, что квазинепрерывный тулиевый волоконный лазер с пиковой мощностью до 500 Вт может быть эффективно использован для литотрипсии мочевых камней.

Список литературы

1. *Wollin T. A., Denstedt J. D.* The holmium laser in urology. - Journal of clinical laser medicine & surgery. – 1998. – Т. 16. – №. 1. – С. 13-20.
2. *Берлиен Х. П., Коротеев Н. И.* Прикладная лазерная медицина. – М.: АО" Интерэксперт", 1997.
3. *Boulnois J. L.* Photophysical processes in recent medical laser developments: a review. - Lasers in Medical Science. – 1986. – Т. 1. – №. 1. – С. 47-66.
4. *Yaroslavsky A. N. [et al.]* Optical properties of blood in the near-infrared spectral range. - Photonics West'96. – International Society for Optics and Photonics, 1996. – С. 314-324.
5. *Fried N. M.* Thulium fiber laser lithotripsy: An in vitro analysis of stone fragmentation using a modulated 110-watt Thulium fiber laser at 1.94 μm . - Lasers in surgery and medicine. – 2005. – Т. 37. – №. 1. – С. 53-58.
6. *Blackmon R. L., Irby P. B., Fried N. M.* Comparison of holmium: YAG and thulium fiber laser lithotripsy: ablation thresholds, ablation rates, and retropulsion effects. - Journal of biomedical optics. – 2011. – Т. 16. – №. 7. – С. 071403-071403-5.