

ВОЗВЫШЕНИЕ ПЕРЕГОРОДКИ НОСА: ОЦЕНКА ТЕПЛОВЫХ ЭФФЕКТОВ ДИОДНОГО ЛАЗЕРА С ДЛИНОЙ ВОЛНЫ 970 нм IN VITRO

С. А. Карпищенко^{1,2}, М. Ю. Улунов¹, А. Ф. Гиндрюк^{1,2,3}

¹ *Первый Санкт-Петербургский государственный медицинский университет
им. акад. И. П. Павлова, Россия*

² *ООО «Мой медицинский центр высоких технологий», Санкт-Петербург,
Россия*

³ *Национальный медицинский исследовательский центр им. В. А. Алмазова*

e-mail: karpischenkos@mail.ru

e-mail: mike.ulupov@gmail.com

e-mail: aidafatalieva@yandex.ru

Ключевые слова: возвышение перегородки носа; полупроводниковый лазер; 970 нм; тепловое воздействие; назальная обструкция.

Keywords: nasal septal swell body; semiconductor laser; 970 nm; thermal effect; nasal obstruction.

Введение. Возвышение перегородки носа (Nasal Septal Swell Body — NSB) представляет собой физиологическое утолщение слизистой оболочки и подлежащих тканей в передне-верхнем отделе перегородки носа. Данная структура играет роль в регуляции воздушного потока и увлажнении вдыхаемого воздуха [1]. Однако гипертрофия NSB является частой причиной стойкой назальной обструкции, резистентной к консервативной терапии [2]. В последнее время все более популярными становятся малоинвазивные методы хирургической коррекции данной патологии, среди которых выделяется лазерная редукция. Диодные лазеры с длиной волны около 970 нм хорошо поглощаются водой и гемоглобином, что делает их предпочтительными в выборе для операций на слизистых оболочках. Ключевым аспектом безопасности является контроль теплового воздействия на хрящ перегородки носа во избежание его некроза и последующей перфорации.

Целью данного исследования была экспериментальная оценка тепловых эффектов диодного лазера с длиной волны 970 нм на биологическом тканевом эквиваленте in vitro и подбор оптимальных параметров излучения (мощности) для его безопасного и эффективного применения в редукции возвышения перегородки носа.

Материалы и методы. В качестве модели для исследования использовались свежие образцы печени крупного рогатого скота, как общепринятый тканевой эквивалент для отработки лазерных методик [3]. Проводилось лазерное воздействие полупроводниковым лазером с длиной волны 970 нм. Использовался кварцевый световод диаметром 400 мкм в контактном режиме работы в непрерывном режиме генерации. На каждом образце наносилось три линейных разреза длиной 1 см с интервалом 0,5 см. Время экспозиции на один разрез

составляло 10 секунд, пауза между разрезами — 2–3 секунды. Было выполнено 25 серий воздействий: по 5 на каждой мощности от 2 Вт до 10 Вт с шагом 2 Вт. Температура регистрировалась на противоположной от воздействия стороне образца с помощью поверенного контактного термометра «ЗАМЕР-1» (ТУ 4221-001-24782586-2004). Статистическая обработка данных проводилась с использованием стандартных методов вариационной статистики в программе Statistica 10.0.

Результаты. Результаты эксперимента показали четкую зависимость термического эффекта от мощности лазерного излучения. При мощности 2 Вт визуально значимого разреза ткани достичь не удалось, коагуляционный эффект был минимальным. При мощности 4 Вт достигалось формирование четкого разреза глубиной 2–3 мм с адекватной коагуляцией краев и контролируемым распространением тепла. Максимальная температура на контроле составила $43,2 \pm 1,8$ °С. При повышении мощности до 6, 8 и 10 Вт эффективность резания увеличивалась, однако отмечался значительный рост температуры на противоположной стороне образца — до $52,5 \pm 2,1$ °С, $61,8 \pm 2,4$ °С и $74,3 \pm 3,0$ °С соответственно. Данные значения превышают порог коагуляции белка (50 °С) и создают высокий риск термического повреждения глубоко расположенных тканей, в частности, хряща перегородки носа.

Заключение. Проведенное исследование *in vitro* позволило определить оптимальный режим работы диодного лазера с длиной волны 970 нм для редукции возвышения перегородки носа. Установлено, что мощность 4 Вт является оптимальной, обеспечивая предсказуемый и контролируемый тепловой эффект. Этот режим позволяет достичь необходимого хирургического эффекта при минимальном риске передачи тепловой энергии на хрящ перегородки носа, что является ключевым фактором в профилактике такого грозного осложнения, как перфорация. Полученные данные являются основанием для дальнейших клинических исследований.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Карпищенко, С. А. Применение диодного лазера в ринохирургии: возможности и перспективы / С. А. Карпищенко, А. П. Колесников, В. В. Лапушанская // Российская ринология. – 2022. – Т. 30. – № 1. – С. 45–52.
2. Чиковани, П. О. Функциональная анатомия внутриносовых структур / П. О. Чиковани, В. А. Бердюк // Российская ринология. – 2020. – Т. 28. – № 1. – С. 45–50.
3. *Investigating the nasal cycle using endoscopy, rhinoresistometry, and acoustic rhinometry* / С. Lang, S. Grützenmacher, B. Mlynski [et al.] // *The Laryngoscope*. – 2003. – Vol. 113, № 2. – P. 284–289.
4. *Impact of laser irradiation on tissue — investigation of thermal effects in vitro* / R. Sroka, C. Fuchs, H.-J. Becher [et al.] // *Medical Laser Application*. – 2005. – Vol. 20. – Iss. 2. – P. 97–104.