УДК 621.375.826; 616.596-002.828

Микроабляция ногтевой пластины человека излучением эрбиевых лазеров

Авторы: Сергеев А.Н., Смирнов С.Н., Тавалинская А.Д.

(Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург)

Научный руководитель: д.ф.-м.н., профессор А.В. Беликов

Онихомикоз – грибковая инфекция ногтей. Заболеваемость населения онихомикозом, составляет 10–20% [1]. Лечение грибковой инфекции представляет собой многоэтапный процесс, организация которого требует рассмотрения и учета многих факторов. Местные лекарственные противогрибковые препараты не всегда проникают в эффективных концентрациях к ногтевому ложу [2], где расположены грибы, так как ногтевая пластина образует барьер, который ограничивает проникновение лекарственных средств. Сегодня известны два способа для увеличения эффективности лечения. Традиционный подход состоит в удалении ногтевой пластины (хирургическим, механическим или химическим путем), при этом обнажается ногтевое ложе, содержащее возбудителей [2]. Этот способ эффективен, но приводит к значительным повреждениям матрикса ногтя и продолжительной потере трудоспособности, что не всегда приемлемо для пациента [2, 3]. Эффективность доставки может быть увеличена с помощью микроперфорации ногтевой пластины. Преимуществами данного метода является увеличение проникновения местных лекарственных препаратов в ногтевое ложе без удаления ногтя, а также исключение системного лечения с его побочными эффектами. Для минимизации повреждений прилегающих тканей, может быть использована микроперфорация ногтевой пластины сфокусированным лазерным излучением [4, 5]. В настоящем исследовании изучалась возможность применения излучения Yb,Er:Glass (λ=1.54 мкм) и Er:YLF (λ=2.84 мкм) лазеров для микроперфорации ногтевой пластины. Выбор данных лазерных излучателей обусловлен отсутствием на сегодняшний день результатов исследований по воздействию их излучения на ногтевую пластину, а также тем, что длины волн этих лазеров попадают в области интенсивных полос поглощения воды.

Цель работы: изучение эффектов, возникающих после воздействия импульсов Yb,Er:Glass и Er:YLF лазеров на ногтевую пластину; исследование скорости и эффективности абляции ногтевой платины излучением Yb,Er:Glass и Er:YLF лазеров.

Схема установки:

В качестве источника высокоинтенсивного лазерного излучения использовались Yb,Er:Glass лазер, работающий в режиме разгрузки резонатора, и Er:YLF лазер, работающий в режиме свободной генерации. Фокусировка излучения Yb,Er:Glass и Er:YLF лазеров осуществлялась линзами с фокусным расстоянием 11 мм и 50 мм соответственно. Полная длительность импульсов генерации составляла 4.5±0.1 мкс для Yb,Er:Glass лазера, длительность импульсов Er:YLF лазера изменялась от 260 мкс до 280 мкс в зависимости от мощности излучения диодной накачки.

Базовые положения:

Для достижения поставленной цели разработана методика микроперфорации ногтевой пластины, включающая в себя четыре основных этапа. Средняя толщина ногтевой пластины составила 370±15 мкм. На первом этапе образцы ногтевых пластин, помещались на 90 минут в воздух, дистиллированную воду, глицерин или мазь «Уродерм». На втором этапе ногтевая пластина подвергалась воздействию лазерных импульсов с энергией 30±1 мДж, 60±1 мДж, 100±1 мДж (для Yb,Er:Glass лазера) и 1±0.1 мДж, 2±0.1 мДж, 3±0.1 мДж, 4±0.1 мДж (для Er:YLF лазера). Частота повторения импульсов Yb,Er:Glass и Er:YLF лазеров составляла 1 Гц и 30 Гц соответственно. Количество импульсов падающих в одну точку на поверхности ногтевой пластины было 1, 10, 100 (для Yb,Er:Glass лазера) и 10, 30, 60, 90, 120 (для Er:YLF лазера). На третьем этапе проводилась оптико-микроскопическая регистрация внешнего вида ногтевой пластины, позволяющая установить тип и порог эффектов, возникающих при

различных комбинациях параметров лазерного излучения и способах подготовки ногтевой пластины. На четвертом этапе изготавливались шлифы кратеров в ногтевой пластине и проводилась оптико-микроскопическая регистрация их внешнего вида, позволившая определить объем кратера, скорость и эффективность абляции ногтевой пластины лазерным излучением.

Результаты:

Обнаружены эффекты (отбеливание, карбонизация, перфорация), возникающие в результате воздействия импульсов Yb,Er:Glass и Er:YLF лазеров на ногтевую пластину, выдержанную в различных средах, определены необходимые для их появления плотности энергии (пороги). Наименьшее значение порога перфорации ногтевой пластины излучением Yb,Er:Glass лазера составило 54±2 Дж/см^2 и было получено для ногтевой пластины, выдержанной в мази «Уродерм» при воздействии 100 лазерных импульсов. Для Er:YLF лазера наименьший порог перфорации составил 5.2±0.4 Дж/см^2 при воздействии 90 лазерных импульсов. Максимальная скорость абляции ногтевой пластины излучением Yb,Er:Glass лазера составила 8 мкм/имп. (при W_E=91±2 Дж/см^2), излучением Er:YLF лазера – 9 мкм/имп. (при W=10.5±0.5 Дж/см^2). Максимальная эффективность абляции излучением Yb,Er:Glass лазера составила 0.1 мкм/мДж (при W_E=91±2 Дж/см^2), излучением Er:YLF лазера – и 2.5 мкм/мДж (при W_E=5.2±0.4 Дж/см^2).

Вывод:

Таким образом, Er:YLF является наиболее эффективным для микроперфорации ногтевой пластины лазером из рассмотренных.

Литература

1. Юцковский, А.Д. Спектр возбудителей и видовая характеристика представителей рода кандида при онихомикозах в приморском крае / Юцковский А.Д., Кулагина Л.М., Паулов О.И. // Современная микология в России. Том 2. Материалы 2-го Съезда микологов России. М.: Национальная академия микологии, 2008.
2. Сергеев, Ю.В. Онихомикозы. Грибковые инфекции ногтей / Сергеев Ю.В., Сергеев А.Ю. – М.: ГЭОТАР МЕДИЦИНА, 1998.
3. Гаин, Ю. М. Хирургия вросшего ногтя: монография / Ю.М. Гаин, В.Г. Богдан, О.В. Попоков, С.А. Алексеев. // Минск: Издатель Змицер Колас, 2007, 224 с.
4. Ablation of human nail by pulsed lasers / J. Neev et al. // Lasers in Surgery and Medicine – vol. 21. – no. 2. – 1997. – pp. 186-192.
5. The use of the Er:YAG 2940nm laser associated with amorolfine lacquer in the treatment of onychomycosis / O.O. de Morais et al. // An Bras Dermatol. – vol. 88. – no. 5. – 2013. – pp. 847–849.