

УДК: 616.314-089.23:615.849.19

**Ростов Андрей Витальевич**

кандидат медицинских наук, главный врач,  
Центр медико- правового консультирования «Рубикон»  
[a\\_rostov@mail.ru](mailto:a_rostov@mail.ru)

**Ростов Артём Андреевич**

генеральный директор,  
Центр медико- правового консультирования «Рубикон»  
[ar-rostov@yandex.ru](mailto:ar-rostov@yandex.ru)

**Andrey V. Rostov**

Candidate of medical Sciences, chief physician,  
center of medical legal consulting «Rubicon»  
[a\\_rostov@mail.ru](mailto:a_rostov@mail.ru)

**Artem A. Rostov**

The General Director,  
center of medical legal consulting «Rubicon»  
[ar-rostov@yandex.ru](mailto:ar-rostov@yandex.ru)

**Изучение зависимости неровностей биологического материала на  
плотность энергии лазерного излучения (in vitro)**

**Studying of dependence of roughnesses of biological material on density of  
energy of the laser radiation (in vitro)**

***Аннотация.** В данной статье изучена потеря плотности энергии (дозы) лазерного излучения высокоинтенсивных диодных лазерных систем ближнего инфракрасного спектра с длиной волны 810 и 980 Нм, при облучении биологического материала (слизистая оболочка и нёбная кость свиньи). Получены данные о зависимости неровностей поверхности слизистой оболочки нёба свиньи, на проникновение и поглощение лазерной энергии. Изучена зависимость плотности энергии от расположения круглого фотодиодного сенсора на различном расстоянии от поверхности биологического материала.*

***Ключевые слова:** лазерная система, плотность лазерной энергии (доза), длина волны.*

***Summary.** This article studies the loss of energy density (dose) of laser radiation of high-intensity diode laser systems of the near infrared spectrum with a wavelength of 810 and 980 Nm, when irradiating biological material (mucosa and Palatine pig bone). The data on the dependence of the surface irregularities of the mucous membrane of the pig's palate on the penetration and absorption of laser energy were obtained. The dependence of energy density on the location of a round photodiode sensor at different distances from the surface of biological material was studied.*

**Keywords:** *laser system, laser energy density (dose), wavelength.*

### **Актуальность.**

Терапия с помощью низкоуровневого лазерного излучения (НУЛИ) представляет собой сложный набор физиологических взаимодействий, происходящих на клеточном уровне, которые способствуют устранению острого воспаления, оказывают обезболивающий эффект и ускоряют процессы регенерации тканей [1, с. 1].

Поврежденные клетки и ткани более активно, чем здоровые, реагируют на энергетическое воздействие, которое возникает между фотонами, испускаемыми при низкоуровневой лазерной терапии. Находящиеся в зоне отёка и повреждения воспаленные клеточные структуры реагируют на лазерное низкоуровневое облучение гораздо сильнее, чем нормальные, что вызвано изменениями их химического состава и обезвоживанием клеток. Клеточные мембраны, митохондрии и поврежденные нервные волокна демонстрируют пониженный метаболизм и состояние пониженного обмена веществ. Многочисленные исследования показали, что в этих условиях облучение лазерной энергией приводит к повышению метаболической активности в наибольшей степени в компонентах с нарушенной биологической структурой. На первый взгляд может показаться, что низкоуровневое лазерное излучение избирательно воздействует на поврежденные клетки, однако, в действительности эти клетки реагируют гораздо быстрее и более активно на лазерный свет. В результате низкоуровневое лазерное излучение оказывает более сильный эффект на поврежденные клетки и ткани, не оказывая воздействия на нормально функционирующие структуры и компоненты [2].

Наши лабораторные исследования были направлены на изучение влияния высокоинтенсивных диодных лазерных систем на биологический материал, имеющий неровную поверхность, которая, как нам представлялось, может влиять на дозу лазерного излучения, прошедшую через биологический материал. Таким образом, изучение и подбор оптимальных параметров высокоинтенсивных диодных лазерных систем в низкоинтенсивной лазерной терапии является актуальным.

### **Цель исследования.**

Изучить дозу лазерного излучения с различными длинами волн, проходящих через слизистую оболочку (вершину и борозду поперечной нёбной складки) и нёбную кость свиньи. Определить ее зависимость от расстояния между лазерным излучателем и поверхностью биологического материала.

### **Материалы и методы.**

В качестве биологического материала был использован фрагмент челюсти свиньи с нёбной костью и покрывающей ее слизистой оболочкой. Толщина слизистой оболочки в борозде нёбной складки была

в пределах 1,6 мм, а толщина на вершине нёбной складки составляла 3,8 мм. Для исследования использовали итальянские диодные лазерные системы «Doctor Smile» с длинами волн 810 и 980 Нм. Для измерения дозы лазерного излучения использовали аппарат израильского производства фирмы OPHIR (Laser Measurement Group) PULSAR 4 с круглым фотодиодным сенсором (PD300R-UV filter off.) и программным обеспечением - StarLab - (pulsar sensor 3 photodiode PD300R-UV (s/n 782471) FU 1.27 (s/n 746231).

Параметры лазерного излучения в лабораторных исследованиях всегда были одинаковыми: мощность 1 Вт; постоянный режим (CW); неактивное волокно толщиной 320 микрон; малая зонная насадка с диаметром 1см<sup>2</sup>, методика бесконтактная, стабильная; время облучения лазером составило 30 секунд.

### **Результаты.**

Результаты измерений плотности энергии лазерного излучения с длиной волны 980 Нм, прошедшей через вершину поперечной нёбной складки толщиной 3,8 мм на расстоянии излучателя 1 мм составила 3,3 мВт, 1 см – 3,47 мВт, 2 см – 3,65 мВт, 3 см – 3,77 мВт, 4 см – 3,88 мВт, 5 см – 3,95 мВт, 6 см – 3,97 мВт.

Результаты измерений плотности энергии лазерного излучения с длиной волны 810 Нм, прошедшей через вершину поперечной нёбной складки толщиной 3,8 мм на расстоянии излучателя 1 мм составила 3,4 мВт, 1 см – 3,4 мВт, 2 см – 2,75 мВт, 3 см – 2,95 мВт, 4 см – 3,1 мВт, 5 см – 3,2 мВт, 6 см – 3,3 мВт.

Результаты измерений плотности энергии лазерного излучения с длиной волны 980 Нм, прошедшей через борозду поперечной нёбной складки свињи толщиной 1,6 мм на расстоянии излучателя 1 мм составила 6,5 мВт, 1 см – 5,93 мВт, 2 см – 5,8 мВт, 3 см – 6,3 мВт.

Результаты измерений плотности энергии лазерного излучения с длиной волны 810 Нм, прошедшей через борозду поперечной нёбной складки свињи толщиной 1,6 мм на расстоянии излучателя 1 мм составила 4,75 мВт, 1 см – 4,4 мВт, 2 см – 4,35 мВт, 3 см – 4,24 мВт.

### **Обсуждение.**

Плотность энергии лазерного излучения с длиной волны 980 Нм, прошедшей через вершину поперечной нёбной складки и нёбную кость свињи толщиной 3,8 мм увеличивается по мере удаления излучателя от поверхности биологического материала на 0,67 мВт. Это связано с инородностью лазерного пучка вдоль трассы с коллимацией и структурой оптоволокна.

Плотность энергии лазерного излучения с длиной волны 810 Нм, прошедшей через вершину поперечной нёбной складки и нёбную кость свињи толщиной 3,8 мм, уменьшилась на расстоянии излучателя от биоматериала на 2 см - 0,65 мВт, на 3 см – 0,45 мВт, что, на наш взгляд,

связано с погрешностью «угла сдвига» лазерного излучателя относительно поверхности биологического материала.

При уменьшении толщины биологического материала чуть более, чем в 2 раза плотность энергии лазерного излучения с длиной волны 980 Нм увеличивается почти в 2 раза, а с длиной волны 810 Нм – в среднем в 1.5 раза.

Лазерное излучение с длиной волны 810 Нм поглощается биологическими тканями больше, чем лазерное излучение с длиной волны 980 Нм. Это связано с количеством хромофор в мягких и твёрдых тканях нёба свиньи.

### **Заключение.**

Расстояние от лазерного излучателя до биологического материала практически не влияет на плотность энергии, прошедшей через него.

Рельеф биологического материала – борозда нёбной складки или вершина нёбной складки в данном исследовании не влиял на плотность энергии лазерного излучения, прошедшего через биологический материал.

На плотность энергии влияют такие факторы, как длина волны лазерного излучения, толщина биологического материала и количество хромофор в биоматериале.

### **Литература:**

1. *Richard Martin, BS, CLT Лазеры в терапии: устранение воспаления, уменьшение боли и заживление, С. 1*

2. *Almeida-Lopes L. Human gingival fibroblast proliferation enhanced by LLLT. Analysis in vitro of the cellular proliferation of human gingival fibroblasts with low level laser. Dissertation at Universidade do Vale do Paraiba, Sao Paulo, Brazil. 1999.*

### **Literature:**

1. *Richard Martin, BS, CLT Lasers in therapy: inflammation elimination, reduction of pain and healing, Page 1*

2. *Almeida-Lopes L. Human gingival fibroblast proliferation enhanced by LLLT. Analysis in vitro of the cellular proliferation of human gingival fibroblasts with low level laser. Dissertation at Universidade do Vale do Paraiba, Sao Paulo, Brazil. 1999.*