

ДЛЯ ФІЗИЧНИХ ФАКТОРІВ НА БІОЛОГІЧНІ ОБ'ЄКТИ

УДК 615.471.03

ВОЗДЕЙСТВИЕ ИНФРАКРАСНОГО ЛАЗЕРА НА ЗВЕЗДЧАТЫЙ УЗЕЛ

С.А. Мамілов*Институт прикладных проблем физики и биофизики НАН Украины. 03142 г. Киев, ул. Служебная, 3.
mamilov@mail.ru*

Поступила в редакцию 21 октября 2008 г.

Принята 16 июня 2009 г.

В работе исследовалось изменение капиллярного кровотока при воздействии инфракрасного лазерного излучения на звездчатый узел. Использовались импульсный лазер с длиной волны 0,87 мкм (импульсная мощность 10, 30, 60 Вт; частота 150, 1500, 3000 Гц, длительность импульса 80-95 нс) и непрерывный лазер с длиной волны 0,83 мкм (мощность 25, 50, 100 мВт). Сигнал регистрировался двухволновым датчиком и пульсоксиметром-спектрофотометром оригинальной конструкции. В ходе работы обнаружено, что при лазерном воздействии на звездчатый узел у практически здоровых добровольцев происходит уменьшение пропускания света, что свидетельствует об увеличении притока крови к пальцам руки. Наибольший эффект наблюдался при воздействии импульсным излучением мощностью 60 Вт и частотой 3000 Гц.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: лазер, кровоток, пульсоксиметр, звездчатый узел, объем крови.

EXPOSURE OF STELLATE GANGLION TO INFRARED LASER

S.A. Mamilov*Institute applied problem physics and biophysics NAS of Ukraine. 03142 Kiev, ul. Slugebnaja, 3.*

This work was dedicated to study of change of capillary blood flow from exposure of the stellate ganglion to the infrared laser irradiation. There were used a pulsed laser that emits at wavelength 0,87 μm (impulse power 10, 30, 60 W; frequency 150, 1500, 3000 Hz, time impulse 80-95 ns) and a continuous wave laser that emits at wavelength 0,83 μm (power 25, 50, 100 mW). The signal was registered by a two-wave detector and a pulseoximeter-spectrophotometer of original design. It was explored, that exposure of the stellate ganglion to the laser irradiation decreased transmission light, which indicates increase of finger blood flow at almost healthy volunteers. Maximal effect was observed from exposure of impulse irradiation power 60 W and frequency 3000 Hz.

KEY WORDS: laser, blood flow, pulseoximeter, stellate ganglion, blood volume.

ДЛЯ ІНФРАЧЕРВОНОГО ЛАЗЕРА НА ЗІРЧАСТИЙ ВУЗОЛ

С.О. Мамілов*Институт прикладных проблем физики и биофизики НАН Украины. 03142 м. Київ, вул. Службова, 3.*

В работе досліджувалася зміна капілярного кровотоку при дії інфрачервоного лазерного випромінювання на зірчастий вузол. Використовувались імпульсний лазер з довжиною хвилі 0,87 мкм (імпульсна потужність 10, 30, 60 Вт; частота 150, 1500, 3000 Гц, тривалість імпульсу 80-95 нс) та неперервний лазер з довжиною хвилі 0,83 мкм (потужність 25, 50, 100 мВт). Сигнал реєструвався двохвильовим датчиком і пульсоксиметром-спектрофотометром оригінальної конструкції. В ході роботи виявлено, що при лазерній дії на зірчастий вузол у майже здорових добровольців відбувається зменшення пропускання світла, що є свідченням збільшення притоку крові к пальцям руки. Найбільший ефект спостерігався при дії імпульсним випромінюванням потужністю 60 Вт і частотою 3000 Гц.

КЛЮЧЕВІ СЛОВА: лазер, кровоток, пульсоксиметр, зірчастий вузол, об'єм крові.

Низкоинтенсивная лазерная терапия имеет более чем тридцатилетнюю историю и за это время собран многочисленный экспериментальный материал о лечебном воздействии лазеров. Однако, очень часто внимание исследователей сосредоточено на реакции организма, изменении симптомов и течения заболевания, оставляя практически не изученными механизмы воздействия низкоинтенсивного лазерного излучения [1,2]. Исследованы механизмы непосредственного влияния лазерного излучения на артериальную кровь – лазеростимулированная фотодиссоция оксигемоглобина [3,4].

Целью нашей работы было изучение процессов происходящих в удаленных от точки облучения областях, в частности, изменения капиллярного кровотока в пальцах рук при воздействии инфракрасного лазерного излучения на звездчатый узел.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Звездчатый узел образован нижним шейным и верхним грудным ганглием. Узел располагается на передней поверхности поперечного отростка C_{VII} и головки первого

ребра.

Для эксперимента использовались импульсный лазер с длиной волны 0,87 мкм (импульсная мощность 10, 30, 60 Вт; частота 150, 1500, 3000 Гц, длительность импульса 80-95 нс) и непрерывный лазер с длиной волны 0,83 мкм (мощность 25, 50, 100 мВт). Точка облучения находилась выше ключицы между ножками грудино-ключично-сосцевидной мышцы. Длительность воздействия составляла 300 секунд. Измерения проводились на указательном пальце правой руки. В экспериментах использовался двухволновый датчик и пульсоксиметр-спектрофотометр оригинальной конструкции [5]. Датчик состоит из излучателей двух длин волн и фотоприемника, который регистрирует излучение, прошедшее через исследуемую ткань. Спектрофотометр позволяет анализировать и переменную и постоянную составляющие сигнала. Переменная составляющая связана с пульсовой волной, а постоянная – с общим поглощением ткани. Изменение постоянной составляющей будут вызваны изменением количества крови в исследуемой ткани. Увеличение объема крови (прилив крови в капилляры) вызывает уменьшение сигнала.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

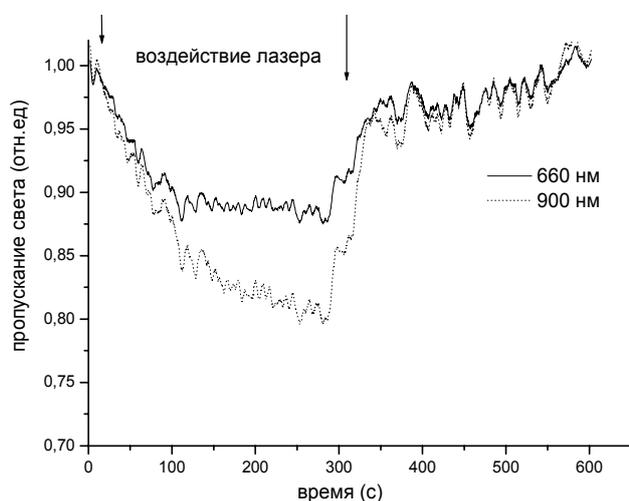


Рис. 1. Изменение пропускания света пальцем руки здорового человека при воздействии на звездчатый узел ИК-лазера частота - 1500 Гц, импульсная мощность - 30 Вт.

В ходе работы было обнаружено, что при лазерном воздействии на звездчатый узел у практически здоровых добровольцев происходит уменьшение пропускания света, что свидетельствует о увеличении притока крови к пальцам (рис. 1). Наибольший эффект (падение сигнала на 20-30%) наблюдался при воздействии импульсным ИК-излучением мощностью 60 Вт и частотой 3000 Гц (см. табл. 1). Облучение непрерывным лазером приводило к небольшому (5-7%) уменьшению сигнала. При этом во всех экспериментах величина относительной концентрации

оксигемоглобина в артериальной крови оставалась неизменной.

Табл. 1. Еменьшения пропускания света при облучении звездчатого узла импульсным ИК-лазером.

		Мощность в импульсе (Вт)		
		10	30	60
Частота, (Гц)	150	660 нм – 6%	660 нм – 9%	660 нм – 6,7%
		900 нм – 9%	900 нм – 11%	900 нм – 9%
	1500	660 нм – 8%	660 нм – 13%	660 нм – 15%
		900 нм – 15%	900 нм – 17%	900 нм – 20%
	3000	660 нм – 13%	660 нм – 16%	660 нм – 23%
		900 нм – 15%	900 нм – 18%	900 нм – 28%

Для верификации расширения сосудов кисти при лазерном воздействии мощностью 60 Вт и частотой 3000 Гц в нашем исследовании был применен метод термографии, который подтвердил выше полученные данные (рис. 2).

У больных с различными заболеваниями при воздействии на звездчатый узел (60 Вт, 3000 Гц, экспозиция 5 мин) наблюдалось аналогичное уменьшение сигнала при облучении, но имелись отличия после снятия воздействия: отсутствие возврата к первоначальному уровню (рис.3) или резкий возврат (рис.4).

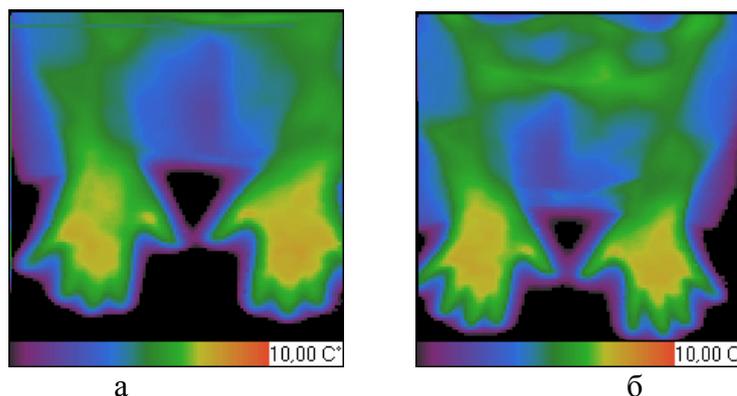


Рис. 2. Термограмма больной с радикулопатией С₆-С₈ корешков а) до лазерного воздействия; б) после лазерного воздействия на правый звездчатый узел

Учитывая, что в зоне лазерного воздействия находится не только звездчатый узел, но и подключичная артерия отдельно изучалось воздействие на нее в другом месте (над серединой ключицы), такими же параметрами лазерного излучения (60 Вт, 3000 Гц).

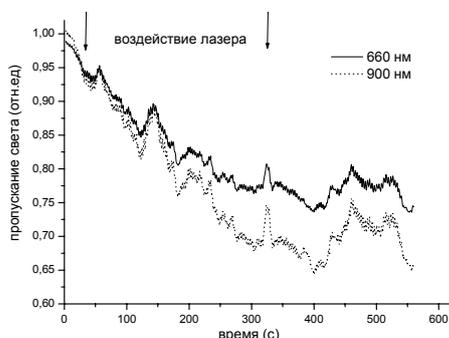


Рис. 3. Изменение пропускания света пальцем руки больного с радикулопатией С₆-С₈ корешков при воздействии на звездчатый импульсная мощность - 60 Вт узел ИК-лазера частота - 3000 Гц

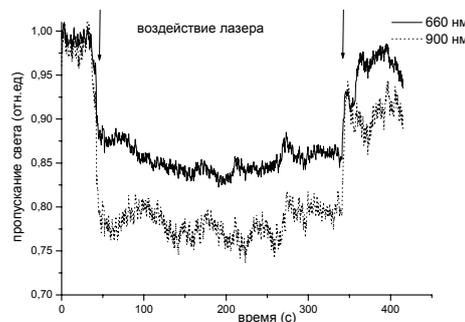


Рис. 4. Изменение пропускания света пальцем руки больного с остаточными явлениями перенесенного синдрома Гийена-Барре при воздействии на звездчатый узел ИК-лазера частота - 3000 Гц, импульсная мощность - 60 Вт

Результаты исследования изменения прохождения света показали, что примерно в половине случаев происходит уменьшение сигнала на 7-8%, свидетельствующее о незначительном расширении сосудов или эффект вообще не наблюдался.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Показано, что воздействие на звездчатый узел инфракрасным лазерным излучением приводит к улучшению кровообращения в верхних конечностях. Наиболее эффективным является импульсное излучение мощностью 30-60 Вт и частотой 1500-3000 Гц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крюк А.С., Мостовников В.А., Хохлов И.В., Сердюченко Н.С. Терапевтическая эффективность низкоинтенсивного лазерного излучения. – Минск: Наука и техника, 1986. – 253 с.
2. Tuner J., Hode L. Low Level Laser Therapy. - Stockholm: Prima Books, 1999. – 352 p.
3. Asimov M.M., Asimov R.M., Rubinov A.N. Efficiency of laser action on hemoglobin and oxyhemoglobin in skin blood vessels // SPIE Proceedings. – 1998. – 3254. – P. 407 - 412.
4. Mamilov S.A., Plaksiy Y.S., Virko Y.V. Changes of arterial blood saturation during a laser biostimulation // SPIE Proceedings. – 2001. – 4241. – P. 499-503.
5. Asimov M.M., Asimov R.M., Rubinov A.N., Mamilov S.A., Plaksiy Yu.S. High sensitive pulseoximeter-spectrophotometer for laser optical dosimetry in biology and medicine // SPIE Proceedings. – 2006. – 6251. – P.147-154.