

Для достижения поставленной цели гиперспектральные изображения были получены с помощью экспериментальной установки на основе перестраиваемого полосового фильтра KuriOS-VB1 и CMOS камеры DCC3260C. В качестве источника света использовался стабилизированный излучатель SLS201L/M с рабочим диапазоном от 360 до 2600 нм. Исследование заключалось в получении гиперспектральных изображений области фаланг пальцев руки со стороны ладонной поверхности до, во время и после проведения артериальной окклюзионной пробы (давление в манжете – 220 мм рт. ст.). Камера с фильтром располагалась сверху, перпендикулярно руке. Меняя длины волн с помощью перестраиваемого фильтра с шагом в 5 нм в пределах от 525 до 705 нм, был получен массив, состоящий из 36 изображений, который загружался в программную среду

MATLAB, образуя гиперспектральный куб. Кровенаполнение и сатурация рассчитывались предварительно обученной нейросетью в каждой точке, присваивая ей определенный псевдоцвет.

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что метод гиперспектральной визуализации для оценки свойств биологического объекта, в частности для определения кровенаполнения тканей и сатурации, является высокоинформативным методом оптической визуализации.

Библиографический список

1. Boas D. A., Pitris C., Ramanujam N. (ed.). Handbook of biomedical optics. CRC press, 2016.
2. Lu G., Fei B. Medical hyperspectral imaging: a review // Journal of biomedical optics. 2014. V. 19, № 1. P. 010901.

УДК 612.135:615.47

Ю. И. Локтионова, студент каф. «Приборостроение, метрология и сертификация», e-mail: julya-loktionova@mail.ru,
Е. В. Жарких, студент каф. «Приборостроение, метрология и сертификация», e-mail: ev.zharkikh@gmail.com,
А. И. Жеребцова, канд. техн. наук, ст. науч. сотр. научно-технологического центра биомедицинской фотоники,
e-mail: angelina.zherebtsova@yandex.ru,
А. В. Дунаев, канд. техн. наук, доц., директор научно-технологического центра биомедицинской фотоники,
e-mail: inohvat@yandex.ru
(ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И. С. Тургенева», Орел, Россия)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ГЕМОМИКРОЦИРКУЛЯЦИИ КОНЕЧНОСТЕЙ ПРИ АСИММЕТРИЧНОЙ ОККЛЮЗИОННОЙ ПРОБЕ

Аннотация. Проведено исследование регистрируемых с помощью метода лазерной доплеровской флоуметрии показателей гемомикроциркуляции конечностей при проведении асимметричной окклюзионной пробы на условно здоровых волонтерах.

Ключевые слова: микроциркуляция крови, лазерная доплеровская флоуметрия, окклюзионная проба.

Y. I. Loktionova, E. V. Zharkikh, A. I. Zherebtsova, A. V. Dunaev
(Orel State University named after I. S. Turgenev, Orel, Russia)

THE STUDY OF THE BLOOD MICROCIRCULATION PARAMETERS IN LIMBS UNDER THE ASYMMETRIC OCCLUSION TEST

Abstract. Using the method of laser Doppler flowmetry the blood microcirculation parameters of limbs were studied under the asymmetric occlusion test on healthy volunteers.

Index terms: blood microcirculation, laser Doppler flowmetry, occlusion test.

Для оценки состояния микроциркуляторно-тканевых систем в настоящее время применяются различные оптические неинвазивные техно-

логии [1]. Одним из таких методов является лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ). ЛДФ позволяет оценивать не только уровень кровото-

ка, но и колебательные процессы в микрососудах, следовательно, получать важную диагностическую информацию о соответствующих подсистемах сосудистой регуляции. Выделяют несколько частотных диапазонов колебаний кровотока: эндотелиальный (0,0095...0,02 Гц), нейрогенный (0,02...0,05 Гц), миогенный (0,05...0,15 Гц), дыхательный (0,2...0,45 Гц) и сердечный (0,45...1,6 Гц) [2]. В настоящее время наблюдается недостаток экспериментальных данных по оценке процессов компенсации и регуляции кровотока с одновременной регистрацией параметров на разных участках тела, в том числе при различных функциональных пробах. Целью настоящей работы явилось исследование изменений параметров микроциркуляции крови в предплечьях и пальцах рук при проведении асимметричной окклюзионной пробы.

Для проведения экспериментальных исследований применяли систему портативных анализаторов, состоящую из четырех устройств «ЛАЗМА-ПФ» (ООО НПП «ЛАЗМА», г. Москва, Россия), реализующих идентичные каналы измерения ЛДФ. В исследовании принял участие 21 условно здоровый доброволец (средний возраст $21,2 \pm 2,5$ года). Исследование проводилось в положении сидя, анализаторы фиксировались на тыльной стороне предплечий в области запястья и на волярной поверхности третьих пальцев рук. Окклюзию правой руки осуществляли с помощью манжеты механического тонометра. Каждое исследование включало три этапа: базовый тест в течение 5 мин, окклюзионная проба – 3 мин, регистрация восстановления кровотока после снятия окклюзии – 7 мин.

В каждой из зарегистрированных ЛДФ-грамм выделялись фрагменты до и после окклюзионной пробы, которые подвергались адаптивному вейвлет-анализу с помощью специализированной программы LDF 3.0.2.384. Для выделенных фрагментов оценивалось также среднее значение показателя микроциркуляции крови (Im) и определялись значения нормированных ампли-

туд колебаний кожного кровотока для пяти основных частотных диапазонов.

По результатам проведенных исследований было выявлено различие между показателями амплитуд колебаний в постокклюзионном периоде в правом и левом предплечьях. В правом предплечье после снятия окклюзии наблюдался рост показателя микроциркуляции и амплитуд колебаний миогенного диапазона, что объясняется снижением периферического сопротивления и увеличением нутритивного кровотока. В то же время амплитуды колебаний других диапазонов значительно снизились. В контралатеральной конечности не было выявлено статистически значимых различий исследуемых параметров до и после окклюзионной пробы.

Таким образом, в настоящей работе экспериментально исследовано изменение параметров гемомикроциркуляции при проведении асимметричной окклюзионной пробы. Полученные данные могут быть использованы для изучения адаптационных возможностей системы микроциркуляции крови. Дальнейшие исследования с привлечением пациентов с микроциркуляторными нарушениями позволят сформулировать диагностические критерии для оценки функционального состояния микроциркуляторного русла при конкретных патологиях.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых – кандидатов наук № МК-3400.2018.8.

Библиографический список

1. **Daly S., Leahy M.** Go with the flow: review of methods and advancements in blood flow imaging // Journal of Biophotonics. 2013. V. 6. P. 217 – 255.
2. **Крупаткин А. И., Сидоров В. В.** Функциональная диагностика состояния микроциркуляторно-тканевых систем: колебания, информация, нелинейность: руководство для врачей. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. 496 с.