

ранних форм рака показал метод флуоресцентной диагностики, основанный на изучении различий в интенсивности и спектральном составе собственной флуоресценции здоровой и опухолевой ткани. Относительное содержание флуорофоров в биологической ткани (например, коферментов NADH и FAD, порфиринов) может быть определено с помощью метода флуоресцентной визуализации, позволяющего проводить пространственную оценку распределения специфических флуорофоров и визуализировать границы опухоли. Целью данной работы являлось изучение возможности определения границ опухоли методом флуоресцентной визуализации.

Экспериментальные исследования проводились на лабораторной мыши BDF (C57B16xDBA) с гепатоцеллюлярной карциномой в соответствии с принципами GLP. Во время исследования проводилась препарация тканей для открытия брюшной полости, включая поражения на печени. Область исследования освещалась сфокусированным излучением с длиной волны 455 нм. Изображение регистрировалось при помощи КМОП-камеры Thorlabs DCC3260C с объективом Thorlabs MVL25M23 че-

рез светофильтр FGL495. При освещении белым светом на предполагаемом месте опухоли был обнаружен небольшой белый узел. При использовании флуоресцентной визуализации наблюдалось изменение данного участка относительно соседних областей брюшной полости. Было зафиксировано наличие интенсивной флуоресценции опухоли в красной области спектра, что может свидетельствовать о накоплении в данной области порфиринов [2]. Данный метод может быть использован в клинической практике для визуализации границ опухолей.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №18-02-00669\19.

Список литературы

1. Tuchin V. V. *Handbook of Optical Biomedical Diagnostics / Tuchin V. V. // Handbook of Biomedical Diagnostics – 2002.*
2. Kessel D. *Porphyrin-lipoprotein association as a factor in porphyrin localization. / Kessel D. // Cancer letters – 1986. – Т. 33 – № 2 – С.183–188.*

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗРАСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ПАРАМЕТРОВ МИКРОЦИРКУЛЯЦИИ КРОВИ УСЛОВНО ЗДОРОВЫХ ДОБРОВОЛЬЦЕВ

The study of the age characteristics of the blood microcirculation parameters of healthy volunteers

Ю.И. Локтионова, Е.В. Жарких, И.О. Козлов, Е.А. Жеребцов, А.И. Жеребцова
ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»

Ю.И. Локтионова, Е.В. Жарких – студенты кафедры приборостроения,
метрологии и сертификации, И.О. Козлов – аспирант кафедры приборостроения,
метрологии и сертификации,
научные руководители – доцент А.В. Дунаев, с.н.с А.И. Жеребцова

Проведено сравнение параметров микроциркуляции крови в двух разных возрастных группах условно здоровых добровольцев. Параметры микроциркуляции были зарегистрированы с помощью двух носимых анализаторов, реализующих метод лазерной доплеровской флоуметрии.

В настоящее время оптические неинвазивные технологии получили большое распространение в области оценки состояния микроциркуляторного русла человека. [1]. Одним из наиболее часто применяемых является метод лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ), который основан на зондировании ткани лазерным излучением и последующем анализе рассеянного отраженного от эритроцитов света. Помимо оценки уровня кровотока метод ЛДФ дает возможность получать важную диагностическую информацию о подсистемах сосудистой регуляции. Принято выделять несколько частотных диапазонов, вносящих вклад в формирование колебаний микроциркулятор-

ного русла: эндотелиальный, нейрогенный, миогенный, дыхательный и сердечный [2]. С возрастом в микроциркуляторном русле происходят различные трофические нарушения, которые могут осложнять течение таких социально-значимых заболеваний, как сахарный диабет, псориаз и ревматические заболевания. Для того чтобы выявить нарушения микроциркуляторного русла необходимо установить границы изменения параметров микроциркуляции здорового человека в разном возрасте. Целью данной работы явилось исследование возрастных изменений параметров микроциркуляции крови в пальцах рук.

Для проведения экспериментальных исследований использовались два портативных анализатора «ЛАЗМА-ПФ» (ООО НПП «ЛАЗМА», г. Москва, Россия), в которых реализованы идентичные каналы измерения ЛДФ. В исследовании приняли участие 20 здоровых добровольцев, которые были разделены на две группы по возрасту. В 1-ю возрастную группу входили

ли 11 волонтеров в возрасте до 20 лет (средний возраст $18,9 \pm 0,7$ года), во 2-ю группу – 9 добровольцев старше 40 лет (средний возраст $52,6 \pm 10,2$ года). Добровольцы были набраны так, что вторая группа была значительно старше первой, но в частоте сердечных сокращений и артериальном давлении статистически значимой разницы не наблюдалось. Проблем со здоровьем волонтеров выявлено не было, то есть выборки можно считать условно-здоровыми. Исследование проводилось не раньше чем через 2 часа после еды, в состоянии полного физического и психологического покоя. Во время исследования волонтеры находились в сидячем положении, руки размещались на столе, приблизительно на уровне сердца. Датчики располагались на подушечках средних пальцев рук. Записи перфузии крови проводились в течение 10 минут.

Каждая ЛДФ-грамма подвергалась вейвлет-анализу с помощью специализированной программы LDF 3.0.2.384. Были оценены средние значения показателя микроциркуляции крови, а также значения амплитуд колебаний кожного кровотока каждого диагностического диапазона.

Исследование выявило статистически значимые различия между двумя возрастными группами в среднем уровне перфузии и амплитудах сердечных колебаний, как в правом, так и в левом пальцах. Характерно то, что индекс микроциркуляции во 2-й группе выше, чем в 1-й, однако сердечные колебания имеют более высокую амплитуду в 1-й группе. Увеличение перфузии во 2-й группе может быть обусловлено структурными изменениями микроциркуляторного русла во

время старения, включая увеличение общей параллельной длины сосудов [3].

Таким образом, в настоящей работе было исследовано изменение параметров микроциркуляции крови здорового человека с возрастом. Полученные данные могут быть использованы для более детального выявления возрастных особенностей микроциркуляции. Дальнейшие исследования с привлечением пациентов с микроциркуляторными нарушениями позволят сформулировать диагностические критерии для оценки состояния микроциркуляторного русла при различных патологиях.

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

Список литературы

1. Daly S., Leahy M. Go with the flow: review of methods and advancements in blood flow imaging // *Journal of Biophotonics*. 2013;6(3):217-255.
2. Крупаткин А.И., Сидоров В.В. Функциональная диагностика состояния микроциркуляторно-канальных систем: колебания, информация, нелинейность: руководство для врачей. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2013. – 496 с.
3. Li, L., Mac-Mary, S., Sainthillier, J.-M., Nouveau, S., de Lacharriere, O., and Humbert, P. Age-related changes of the cutaneous microcirculation in vivo // *Gerontology*. 2006;52(3):142-153.

МИКРОФЛЮИДНЫЕ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ БИОЖИДКОСТЕЙ

The microfluidic system for the analysis of rheological properties of biological liquids

Г.А. Зенченко, А.В. Торчинская

ФГБОУ ВО «МИРЭА – Российский технологический университет»

Г.А. Зенченко – магистр кафедры биокибернетических систем и технологий,
А.В. Торчинская – доцент кафедры оптических и биотехнических систем и технологий, к.ф.-м.н.

Представлены результаты разработки капиллярного вискозиметра с малым объемом биологической пробы. Основу конструкции чувствительного элемента такого устройства представляет полимерная пористая пленка, где диаметр пор соизмерим с размерами биомолекул. Проведены исследования эффективных сдвиговых вязкостей растворов моно и полисахаридов, а также получены значения скорости сдвига для раствора полисахаридов.

Современным направлением развития биофармацевтических и медицинских технологий является микрофлюидика. Микрофлюидные системы оперируют нано/микролитровыми объемами жидкости и

применяются для экспериментальных исследований в системах микроканалов.

Все биожидкости являются неньютоновскими, и их реологические свойства зависят от градиента скорости потока. Значения реологических параметров биожидкостей, в частности, коэффициента динамической вязкости определяют методом вискозиметрии. Для исследований был выбран капиллярный метод вискозиметрии, отличающийся высокой чувствительностью и малой погрешностью измерений. В исследовательской работе были выбраны два образца биожидкости – 40 % раствор глюкозы и 0,27 % раствор гиалуроновой кислоты [1].