

УДК 612.15

Ставец Д.Д.

магистр кафедры приборостроения, метрологии и сертификации, Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева

Волков М.В.

к.т.н., доцент Факультета прикладной оптики, Университет ИТМО

Маргарянц Н.Б.

к.т.н., старший преподаватель Факультета прикладной оптики, Университет ИТМО

Потёмкин А.В.

магистр Факультета прикладной оптики, Университет ИТМО

Дрёмин В.В.

к.т.н., н.с. научно-технологического центра биомедицинской фотоники, Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева

Маковик И.Н.

к.т.н., н.с. научно-технологического центра биомедицинской фотоники, Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева

Жеребцов Е.А.

к.т.н., с.н.с. научно-технологического центра биомедицинской фотоники, Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева

Хахичева Л.С.

главный внештатный специалист, заведующая ревматологическим отделением БУЗ Орловской области «Орловская областная клиническая больница»

Мурадян В.Ф.

главный врач БУЗ Орловской области «Орловская областная клиническая больница»

Дунаев А.В.

к.т.н., доцент, в.н.с. научно-технологического центра биомедицинской фотоники, Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева

UDK 612.15

Stavtsev D.D.

Master of Instrument Engineering, Metrology and Certification, Oryol State University named after I.S. Turgenyeva

Volkov M.V.

Ph.D., Associate Professor, Faculty of Applied Optics, ITMO University

Margaryants N.B.

Ph.D., Senior Lecturer at the Faculty of Applied Optics, ITMO University

Potyomkin A.V.

Master of the Faculty of Applied Optics, ITMO University

Dremin V.V.

Ph.D., NS Scientific and Technological Center of Biomedical Photonics, Oryol State University named after I.S. Turgenyeva

Makovik I.N.

Ph.D., NS Scientific and Technological Center of Biomedical Photonics, Oryol State University named after I.S. Turgenyeva

Zherebtsov E.A.

Ph.D., senior researcher Scientific and Technological Center of Biomedical Photonics, Oryol State University named after I.S. Turgenyeva

Khakhicheva L.S.

Freelance Specialist, Head of the Rheumatology Department of the Orel Regional Medical Center, Orel Regional Clinical Hospital

Muradyan V.F.

Head Doctor of the Orel Regional Medical Center of the Oryol Region "Oryol Regional Clinical Hospital"

Dunaev A.V.

Ph.D., associate professor, v.s.n.s. Scientific and Technological Center of Biomedical Photonics, Oryol State University named after I.S. Turgenyeva

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОГЕМОДИНАМИКИ ПРИ РЕВМАТИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ МЕТОДАМИ ВЫСОКОСКОРОСТНОЙ ВИДЕОКАПИЛЛЯРОСКОПИИ И ЛАЗЕРНОЙ ДОППЛЕРОВСКОЙ ФЛОУМЕТРИИ

Аннотация. В работе показано применение методов лазерной доплеровской флоуметрии и высокоскоростной видеокапилляроскопии для исследования микроциркуляции крови при ревматических заболеваниях.

Ключевые слова: Видеокапилляроскопия, капилляры, скорость капиллярного кровотока, микроциркуляторные нарушения, ревматические заболевания, холодовая прессорная проба, лазерная доплеровская флоуметрия

Нарушения микроциркуляции крови верхних конечностей является одним из характерных проявлений ревматических заболеваний, таких как синдром Рейно, вибрационная болезнь, ревматоидный артрит, системная красная волчанка. На данный момент известны различные оптические методы диагностики микрососудистых патологий, такие как пульсоксиметрия (ПО), лазерная спекл-контрастная визуализация, лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ) и др. В клинических исследованиях успешно применяется метод видеокапилляроскопии.[1], позволяющий визуализировать капилляры на различных участках тела человека, в частности ногтевом ложе пальцев рук. Данная локализация является наиболее оптимальной областью исследования, так как на этом участке капилляры расположены параллельно поверхности кожи. Дальнейшим развитием данного подхода является метод высокоскоростной видеокапилляроскопии (ВКС), заключающийся в применении высокоскоростной видеосъёмки для фиксации данных, что позволяет при помощи специально разработанного алгоритма определять скорость кровотока в отдельно взятом капилляре.[2]

Целью работы являлось изучение параметров микроциркуляции крови в верхних конечностях при ревматических заболеваниях с применением методов высокоскоростной ВКС и ЛДФ. Для выявления нарушений регуляции микрокровотока применялась холодовая прессорная проба (ХПП), заключающаяся в погружении кистей обеих рук в ёмкость с холодной водой.

Метод высокоскоростной видеокапилляроскопии реализован при помощи специально созданной экспериментальной установки, включающей микрообъектив Mitutoyo M Plan Apo 5X, проекционный объектив, высокоскоростную КМОП-камеру IDS UI-3060CP-C-HQ и боковую светодиодную подсветку. Индекс микроциркуляции крови определялся при помощи многофункционального лазерного неинвазивного диагностического комплекса «ЛАКК-М» (НПП «ЛАЗМА», Россия).

Протокол исследования включал в себя проведение трёх базовых измерений длительностью по 5 мин и холодовой прессорной пробы, проводимой в течение 5 мин при температуре воды 15°C. Измерения проводились непосредственно перед проведением ХПП и сразу после её окончания. Последнее измерение проводилось спустя 20 минут после охлаждения, чтобы оценить восстановление системы микроциркуляции после стрессового воздействия.[3]

Для апробации данного подхода были проведены исследования на 3-х условно здоровых добровольцах и 3-х пациентах с ревматологическими заболеваниями.

В работе показаны различия параметров микроциркуляции между условно здоровыми добровольцами и пациентами ревматологического профиля. В отдельных случаях зафиксированы существенные расхождения в данных, получаемых методами высокоскоростной ВКС и ЛДФ. Для изучения различий двух методов планируется проведение дополнительных исследований с привлечением большего числа добровольцев.

Исследование выполнено при поддержке гранта РФФИ-Урал 17-41-590560 р-а.

Библиографический список

1. Dixon J. B. et al. Measuring microlymphatic flow using fast video microscopy //Journal of biomedical optics. – 2005. – Т. 10. – №. 6. – С. 064016.
2. Volkov M. V. et al. Evaluation of blood microcirculation parameters by combined use of laser Doppler flowmetry and videocapillaroscopy methods //Saratov Fall Meeting 2016: Optical Technologies in Biophysics and Medicine XVIII. – International Society for Optics and Photonics, 2017. – Т. 10336. – С. 1033607.
3. Новикова И.Н. и др. Возможности применения вейвлет-анализа осцилляций параметров микроциркуляторно-тканевых систем при проведении холодовой прессорной пробы на пальцах рук //Биотехносфера. – 2015. – №. 6 (42).

Ставцев Д.Д.

Волков М.В.

Маргарянц Н.Б.

Потёмкин А.В.

Дрёмин В.В.

Маковик И.Н.

Жеребцов Е.А.

Хахичева Л.С.

Мурадян В.Ф.

Дунаев А.В.

Stavtsev D.D.

Volkov M.V.

Margaryants N.B.

Potyomkin A.V.,

Dremin V.V.

Makovik I.N.

Zherebtsov E.A.

Khakhicheva L.S.

Muradyan V.F.

Dunaev A.V.