

- [17] Camilleri T. A., Camilleri K. P., Fabri S. G. Automatic detection of spindles and K-complexes in sleep EEG using switching multiple models // Biomedical Signal Processing and Control.– 2014.– Vol. 10.– Pp. 117–127.
- [18] Sushkova O. S., Morozov A. A., Gabova A. V. EEG beta wave trains are not the second harmonic of mu wave trains in Parkinson's disease patients // ITNT 2017.– Samara: CEUR, 2017.– Pp. 226–234. <http://ceur-ws.org/Vol-1901/paper36.pdf>.
- [19] Sushkova O., Morozov A., Gabova A. A method of analysis of EEG wave trains in early stages of Parkinson's disease // International Conference on Bioinformatics and Systems Biology (BSB-2016) / IEEE.– 2016.– Pp. 1–4.
- [20] Kapitsa I., Nerobkova L., Voronina T. EEG correlates of an early stage of a Parkinson illness in experiment on mice of the strain C57BL/6 // Biomedicina.– 2014.– no. 1.– Pp. 54–60.

APPLICATION OF THE METHOD OF ANALYSIS OF WAVE TRAIN ELECTRIC ACTIVITY FOR INVESTIGATION OF PARKINSON'S DISEASE AND ESSENTIAL TREMOR

O. S. Sushkova¹, A. A. Morozov¹, A. V. Gabova², A. V. Karabanov³

¹Kotel'nikov Institute of Radio Engineering and Electronics of RAS,

Mokhovaya 11-7, Moscow, Russia, 125009

²Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology of RAS,

Butlerova 5A, Moscow, Russia, 117485

³FSBI «Research Center of Neurology»,

Volokolamskoe highway, 80, Moscow, Russia, 125367

E-mail: o.sushkova@mail.ru, morozov@cplire.ru, agabova@yandex.ru, doctor.karabanov@mail.ru

A new method of signal analysis based on wavelet analysis, ROC-analysis, and non-parametric statistics for detailed investigation of the time-frequency dynamics of the electrical activity of the cerebral cortex is developed. The idea of the method is in that the electroencephalogram (EEG) is considered as a set of wave trains (WT). WT are detected as local maxima in the wavelet spectrogram of EEG. We consider WT as a typical component of EEG, but not as a special kind of EEG signals. The following parameters of WT are accounted: the frequency, the duration, the bandwidth, the number of WT per second, and PSD. The extent of differences between the group of the first stage Parkinson's disease patients and the group of the essential tremor patients in the space of these parameters is investigated. ROC-analysis is used for this purpose. The functional dependence of AUC on the boundaries of the ranges of these parameters is analyzed.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ВИДЕОКАПИЛЯРОСКОПИИ НОГТЕВОГО ЛОЖА ДЛЯ ОЦЕНКИ СКОРОСТИ КАПИЛЛЯРНОГО КРОВОТОКА

Ставцев Д.Д.^{1*}, Волков М.В.², Маргарянц Н.Б.², Потёмкин А.В.², Дрёмин В.В.¹, Козлов И.О.¹,
Маковик И.Н.¹, Жеребцов Е.А.¹, Дунаев А.В.¹

¹ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», Орёл

*stavtsev.dmitry@gmail.com

²ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики», Санкт-Петербург

Микроциркуляторное русло играет важнейшую роль в работе сердечно-сосудистой системы, обеспечивая обмен питательных веществ и продуктов обмена между тканями и системой кровообращения [1]. Основными задачами системы микроциркуляции являются обеспечение жизнедеятельности клеток и тканей, а также поддержание стабильного, устойчивого состояния внутренней среды организма, которое обозначается термином «гомеостаз». Происходящие в организме человека патологические процессы вызывают изменения кровотока, выражющиеся в нарушении гомеостаза. При этом показатели центральной гемодинамики могут не давать полной и достоверной информации о состоянии периферического кровообращения и изменяются лишь тогда, когда наступают не только выраженные, но порой и не обратимые изменения микроциркуляции и морфологии капиллярного русла [2]. Для контроля формы капилляров и их функционального состояния часто используют метод капилляроскопии. Основным преимуществом метода капилляроскопии является возможность раннего выявления микрососудистых изменений, которые могут возникать при некоторых воспалительных заболеваниях соединительной ткани [3].

В настоящее время существует большое количество неинвазивных методов исследования кровотока – термография, томография, фотоплетизмография, допплеровские методы и др. [4]. Перечисленные методы позволяют определять усредненную скорость кровотока в заданном диагностическом объеме. При этом метод

видеокапилляроскопии позволяет проводить прямые измерения действительной скорости капиллярного кровотока в отдельно взятом капилляре и в различных отделах одного капилляра [5].

Капилляры в коже пальцев рук человека имеют одинаковые морфологические закономерности и аналогичную структуру у здоровых субъектов независимо от возраста [6]. На большей части поверхности тела капиллярные петли ориентированы перпендикулярно к поверхности кожи, и наблюдаются только переходной отдел капиллярных петель. По мере приближения к ногтевому валику капилляры преимущественно ориентированы параллельно поверхности кожи в области ногтевого ложа и наблюдаются по всей его длине [7], что делает эту область оптимальной для проведения капилляроскопического исследования.

Метод видеокапилляроскопии основан на высокоскоростной видеосъемке кровеносных капилляров ногтевого ложа пальцев руки с последующей обработкой последовательности видеокадров [8]. Данный метод позволяет оценивать локальные параметры капилляров, такие как морфологию микроциркуляторного русла, диаметр различных отделов кровеносного капилляра, величину периваскулярной зоны, а также мгновенную скорость кровотока в различных отделах капилляра [9].

Целью работы является исследование возможности применения методов видеокапилляроскопии ногтевого ложа пальцев руки для оценки динамических параметров капиллярного кровотока у условно здорового добровольца.

Использовавшаяся экспериментальная установка состоит из светосильного микрообъектива с апертурой 0.14, осветителя, проекционного объектива с фокусным расстоянием 200 мм и высокоскоростной видеокамеры IDS. Камера подключается к компьютеру через интерфейс USB 3.0. Экспериментальная установка представлена на рисунке 1.

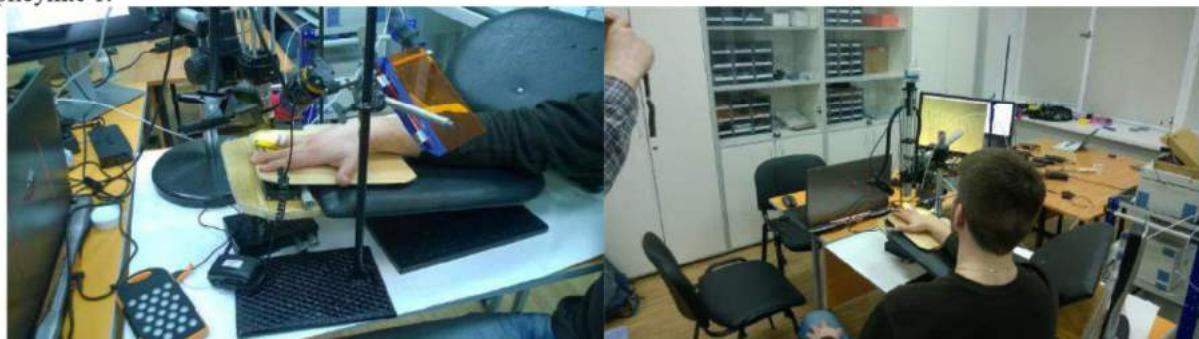


Рисунок 1 – Экспериментальная установка для проведения видеокапилляроскопии

Регистрация экспериментальных данных осуществляется в виде последовательностей отдельных видеокадров капиллярного кровотока. На рисунке 2 приведен отдельный кадр записи панорамы капилляров условно здорового добровольца, которая может быть использована для оценки морфологии микроциркуляторного русла, плотности капиллярной сети и размера периваскулярных зон.

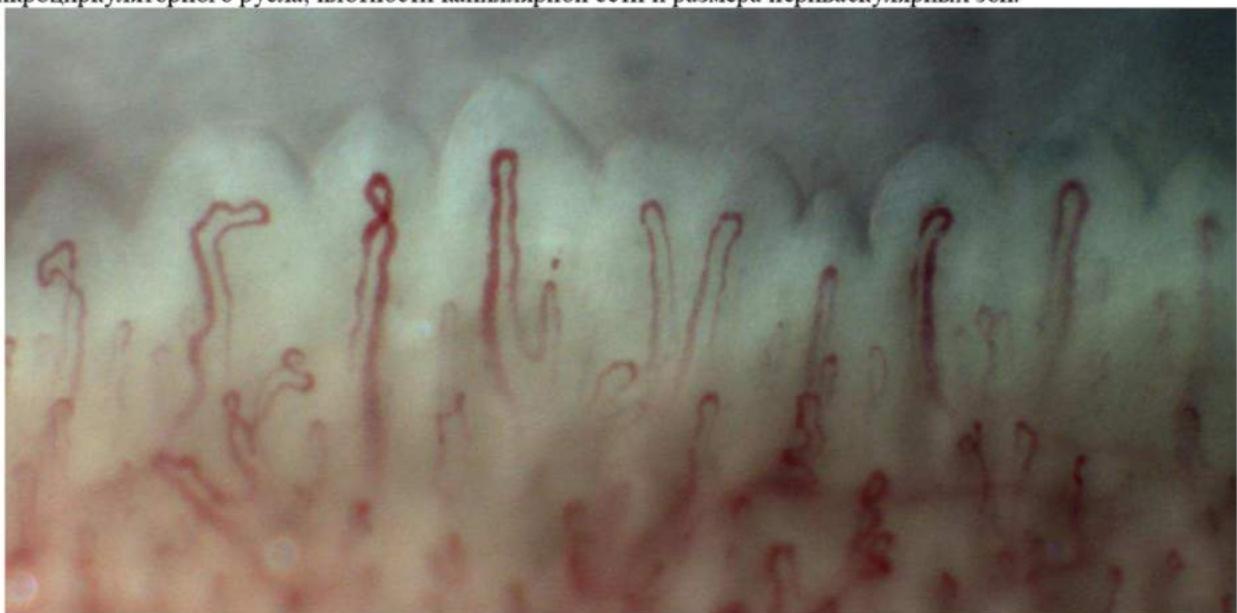


Рисунок 2 – Панорама микроциркуляторного русла

Для обеспечения высокой скорости записи (150 кадров/с), необходимой для измерения скорости капиллярного кровотока, следует уменьшать размер кадра, ограничивая тем самым поле наблюдения.

После обработки исходной последовательности кадров [10] может быть найдена скорость капиллярного кровотока в отдельном капилляре в каждый момент времени. На рисунке 3 приведен график, иллюстрирующий изменение локальной скорости капиллярного кровотока на протяжении 84 секунд.

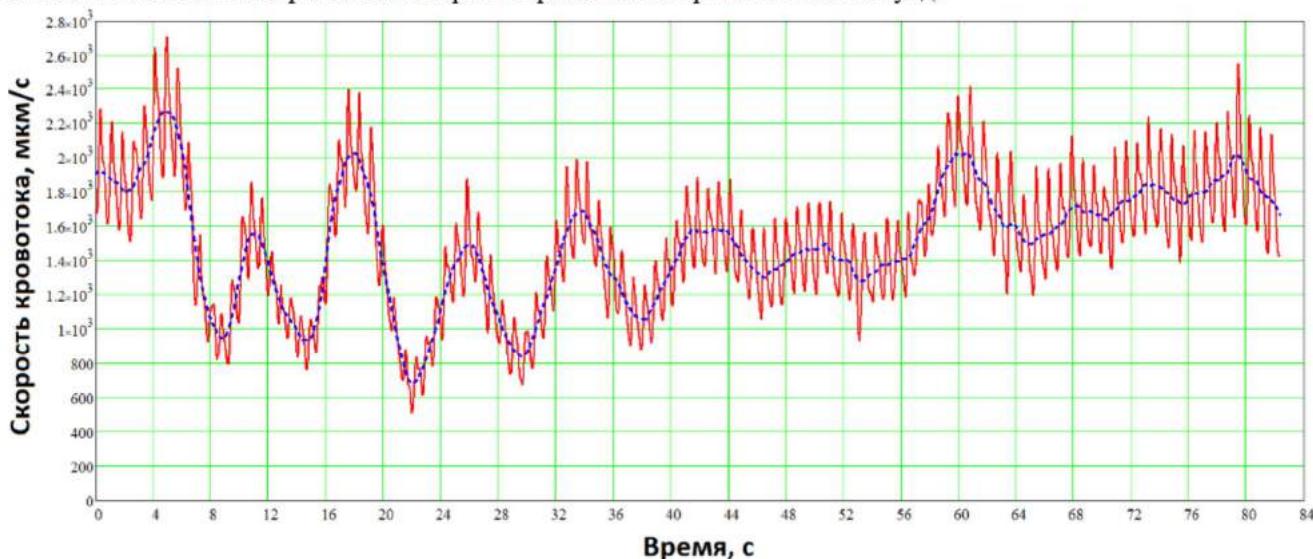


Рисунок 3 – Изменение локальной скорости капиллярного кровотока

В работе показана возможность применения метода видеокапилляроскопии ногтевого ложа для оценки локальной скорости капиллярного кровотока и представлена экспериментальная установка для проведения исследований. Результаты данной работы в настоящее время используются для оценки параметров капиллярного кровотока у условно здоровых добровольцев и у пациентов ревматологического профиля с применением различные функциональных тестов.

Библиографический список

1. Lambova, S.N. Capillaroscopic pattern in systemic lupus erythematosus and undifferentiated connective tissue disease: what we still have to learn? / S.N. Lambova, U. Muller-Ladner // Rheumatology International, 2013. – 33. – № 3. – P. 689–695.
2. Старцева, Ю. В. Микроциркуляторное русло человека при заболеваниях, требующих хирургического вмешательства: метод. реком. Ч. 1: Морфология, функция и основные общие патофизиологические реакции / Ю.В. Старцева, В.А. Черкасов, И.В. Долгалева; Перм. гос. мед. академия. – Пермь, 2004. – С. 21.
3. Гурфинкель, Ю.И. Возможности использования компьютерной капилляроскопии в космической медицине и в клинической практике / Ю.И. Гурфинкель, Н.В. Каце, О.В. Макеева, В.М. Михайлов // Методы нелинейного анализа в кардиологии и онкологии, физические подходы и клиническая практика. Москва, 2010. – С. 111-122.
4. Allen, J. Microvascular imaging: techniques and opportunities for clinical physiological measurements / J. Allen, K. Howell // Physiol. Meas, 2014. – 35. – № 7 – R91-R141.
5. Volkov, M.V. Evaluation of blood microcirculation parameters by combined use of the laser Doppler flowmetry and the video capillaroscopy methods / M.V. Volkov, D.A. Kostrova, N.B. Margaryants, I.P. Gurov, N.P. Erofeev, V.V. Dremin, E.V. Zharkikh, E.A. Zherebtsov, I.O. Kozlov, A.V. Dunaev // Proc. SPIE 10336, 2017. – 1033607.
6. Clinical Capillaroscopy: A Guide to Its Use in Clinical Research and Practice / A. Bollinger B. Fagrell // Hogrefe & Huber, Toronto. Canada. 1990. – 166 p.
7. Schiavon, F. Morphologic study of microcirculation in acromegaly by capillaroscopy / P. Maffei, C. Martini, E. De Carlo, C. Fais, S. Todesco, N. Sicolo // The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism, 1999. – 84. – № 9. – P. 3151–3155.
8. Волков, М.В. Исследование параметров капиллярного кровотока методом видеокапилляроскопии / М.В. Волков, Д.А. Кострова, Н.Б. Маргарянц, А.Ю. Пименов // Физика и радиоэлектроника в медицине и экологии – ФРЭМЭ'2016 Доклады XII Международной научной конференции с научной молодежной сессией. Владимир. 2016. – С. 77-80.
9. Аракеев, А.Г., Гурфинкель Ю.И., Певгов В.Г. Компьютерный капилляроскоп для неинвазивных исследований параметров циркулирующей крови / А.Г. Аракеев, Ю.И. Гурфинкель, В.Г. Певгов // Московский хирургический журнал, 2010. – № 5. – С. 27-30.

10. Gurov, I.P. High-speed video capillaroscopy method for imaging and evaluation of moving red blood cells / I.P. Gurov, M.V. Volkov, N.B. Margaryants, A.Yu Pimenov, A.V. Potemkin // Opt. Lasers Eng. 2018. – 114. – P. 244-251.

APPLICATION OF THE VIDEO NAILFOLD CAPILLAROSCOPY METHOD TO ASSESS VELOCITY OF CAPILLARY BLOOD FLOW

Stavtsev D.D.^{1*}, Volkov M.V.², Margaryants N.B.², Potemkin A.V.², Dremin V.V.¹, Kozlov I.O.¹, Makovik I.N.¹, Zherebtsov E.A.¹, Dunaev A.V.¹

¹Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel *stavtsev.dmitry@gmail.com

²Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint Petersburg

The article describes the importance of investigating peripheral blood flow, for the early diagnosis of connective tissue diseases. The video nailfold capillaroscopy method was used to evaluate of microcirculation parameters and its advantages were revealed in other methods of assessing peripheral blood flow. The design of the experimental setup used, the method of fixing and storing information are described. The method was used to measure the actual velocity of capillary blood flow in a healthy volunteer, an example of a video frame and the result of measuring the velocity of capillary blood flow is given.



МЕТОД КОМПЛЕКСНОЙ УДАЛЕННОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ХРОНИЧЕСКИМИ ОБСТРУКТИВНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ ЛЕГКИХ

Глазова А. Ю., Юлдашев З. М., Башкова А. Л.
Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В. И. Ульянова (Ленина)

auglazova@etu.ru, albashkova@stud.eltech.ru

Введение

Бронхиальная астма – это хроническое обструктивное заболевание дыхательной системы человека, сопровождающееся ограничением скорости воздушного потока в дыхательных путях, которое может стать причиной инвалидности и даже привести к смерти пациента. Для увеличения продолжительности и улучшения качества жизни пациентов с бронхиальной астмой необходимо проводить постоянный контроль состояния их здоровья. В настоящее время широко применяются системы удаленного мониторинга пациентов с хроническими заболеваниями [1]. Для определения тяжести развития обструктивных заболеваний легких в клинических условиях разработано большое количество стандартизованных подходов оценки симптомов проявления болезни и методов инструментальной диагностики состояния дыхательной системы [2]. Попытка перенести весь накопленный перечень диагностических и технических средств в программу удаленного мониторинга негативно сказывается на приверженности пациента соблюдению предписаний, ведет к перегруженности врачебного персонала и к существенному удорожанию обслуживания системы [5].

В настоящий момент наиболее распространенными для применения в клинических условиях инструментальными методами оценки функционального состояния дыхательной системы являются спирометрия или пикфлюметрия. Вместе с тем, их применение в системах удаленного мониторинга встречает ряд трудностей: необходимость калибровки датчиков, стерилизации, покупки расходных материалов, возможность утечки воздуха из-за неплотного обхвата мундштука ртом. Кроме того, метод спирометрии обладает недостаточной чувствительностью к изолированной обструкции мелких бронхов, что характерно для постепенного развития заболевания, в частности на ранних стадиях [5]. Несмотря на то, что спирометрия по-прежнему используется в качестве опорного метода при проведении большинства экспериментов, активно ведется поиск новых инструментальных средств для мониторинга бронхиальной астмы.

Цель исследования – разработка метода удаленного мониторинга состояния пациентов с бронхиальной астмой, позволяющего вне лечебного учреждения в условиях активной жизнедеятельности пациента выявлять обострение хронического заболевания. Для достижения заявленной цели были сформулированы следующие задачи: 1) формирование комплекса диагностических показателей для осуществления удаленного мониторинга пациентов с бронхиальной астмой; 2) разработка алгоритма обработки данных; 3) экспериментальная апробация разработанного метода удаленного мониторинга пациентов с обструктивными заболеваниями легких.