

**ОЦЕНКА ГРУППОВОЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РЕГИСТРИРУЕМЫХ ДАННЫХ  
НОСИМЫХ УСТРОЙСТВ ЛАЗЕРНОЙ ДОПЛЕРОВСКОЙ ФЛОУМЕТРИИ  
И ФЛУОРЕСЦЕНТНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ**

**Паршакова В.Е.** (ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»), **Локтионова Ю.И.** (ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»), **Жарких Е.В.** (ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»)

**Научный руководитель – д.т.н., доцент Дунаев А.В.** (ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева»)

**Введение.** Изменения в системе микроциркуляции крови коррелируют со сдвигами в центральной гемодинамике, что позволяет использовать параметры периферического кровотока в качестве прогностических и диагностических критериев в оценке общего функционального состояния организма [1]. Параметры микроциркуляторно-тканевых систем (МТС) могут изменяться у одного и того же человека в течение суток, в различные дни и недели [2], что связано с многообразием влияющих факторов, к которым относятся возраст, пол, раса, анатомический участок измерения, физическая и умственная активность, прием лекарств, температура тела и воздуха в помещении, прием пищи, никотина и алкоголя. В последнее время для оценки состояния МТС чаще всего используют оптические неинвазивные технологии, такие как методы лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ) и флуоресцентной спектроскопии (ФС). Вариабельность параметров МТС, измеренных при помощи стационарных (с использованием оптических волокон) приборов, реализующих методы ЛДФ и ФС, оценивалась ранее [3,4]. Однако работ по оценке вариабельности измеряемых параметров при помощи носимых устройств, отличающихся конструктивными особенностями (прежде всего – отсутствием волокон), не проводилось.

Цель данной работы – оценить групповую вариабельность параметров, измеренных методами ЛДФ и ФС, реализованными в носимых мультимодальных устройствах для обоснования предъявляемых к ним специализированных медико-технических требований.

**Основная часть.** Проведены экспериментальные исследования, в которых приняли участие 6 условно здоровых волонтеров (3 женского пола, 3 мужского пола) в возрасте  $23 \pm 3$  лет. Проводились ежедневные измерения в одно и то же время суток в течение 10 дней (исключая выходные дни). Доброволец во время измерения находился в положении лежа, измерение длилось 10 минут. Параметры МТС регистрировались в четырех точках биоткани: на коже подушечек средних пальцев рук (в области, насыщенной артериоло-веноулярными анастомозами – АВА) и на тыльных сторонах запястий (характеризующих в большей степени нутритивный кровоток) симметрично справа и слева [2]. Для проведения экспериментальных исследований применялись 4 двухканальных носимых анализатора «ЛАЗМА ПФ» (ООО НПП «ЛАЗМА», Москва), которые реализуют методы ЛДФ и ФС.

На основе полученных в ходе эксперимента данных рассчитаны коэффициенты вариации ( $K_v$ ) следующих основных параметров: показателя микроциркуляции (ПМ), амплитуд колебаний кровотока – эндотелиальных ( $A_э$ ), нейрогенных ( $A_n$ ), миогенных ( $A_m$ ), дыхательных ( $A_d$ ), сердечных ( $A_c$ ), нутритивного кровотока ( $M_{нупр}$ ), нормированной амплитуды интенсивности флуоресценции НАДН (на длине волны 460 нм) при возбуждении светом с длиной волны 365 нм ( $A_{460}$ ).

Анализ полученных данных показал, что ПМ больше в пальцах, чем в запястьях, и отличается большей вариабельностью, как у добровольцев мужского, так и женского пола, что связано с различиями в анатомии МТС этих областей (кожа на пальце тоньше, кожа на запястье имеет меньше АВА, чем кожа на пальце), а также тем фактом, что температура кожи на пальцах выше, чем на запястьях. Кроме того, группа испытуемых женского пола

отличалась большими значениями коэффициента вариации для ПМ. У мужчин значение варьировалось в пределах 9-20% в пальцах и 8-20% в запястьях, у женщин в пределах 9-35% в пальцах и 7-25% в запястьях.

Отмечено, что амплитуды пассивных колебаний ( $A_d$  и  $A_c$ ) в пальцах характеризуются меньшей вариабельностью, чем активные ( $A_a$ ,  $A_n$ ,  $A_m$ ) 14-23% и 27-41% у женщин, 11-22% и 30-49% у мужчин, соответственно. В запястьях наименьшую вариабельность среди активных ритмов показали миогенные колебания.

Уровень нормированной амплитуды флуоресценции НАДН, измеренный в коже запястья, больше по сравнению с данными, измеренными в пальцах, и характеризуется большей вариабельностью (28% и 19% у женщин, 23% и 21% у мужчин, соответственно).

**Выводы.** В результате проведенных экспериментальных исследований получены значения ежедневной групповой вариабельности (преимущественно до 32%) для измеряемых величин нормированной амплитуды флуоресценции НАДН, перфузии тканей кровью и амплитуд колебаний. Показатели разброса параметров микрогемодинамики, полученные в данном исследовании, сопоставимы с результатами аналогичных измерений, проведенных ранее с помощью стационарного прибора «ЛАКК-М» (длина волны в канале ЛДФ – 1064 нм), несмотря на различия в конструкции устройств – 33%. Значения вариабельности для нормированной амплитуды флуоресценции НАДН, измеренные на стационарном устройстве, составляют от 10 до 21% в зависимости от зоны исследования и в среднем ниже значений, полученных для носимых устройств. Полученные результаты будут использованы для уточнения специализированных медико-технических требований к носимым анализаторам.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта № 23-25-00522.

#### **Список использованных источников:**

1. Крупаткин, А.И. Функциональная диагностика состояния микроциркуляторно-тканевых систем: Колебания, информация, нелинейность. Руководство для врачей. Изд. 2-е. [Текст] / А.И. Крупаткин, В.В. Сидоров – М.: ЛЕНАНД, 2016. – 496 с.
2. Дунаев, А.В. Мульти模альная оптическая диагностика микроциркуляторно-тканевых систем организма человека: монография / А. В. Дунаев. — Старый Оскол: ТНТ, 2022. — 440 с.: ил.
3. Дунаев, А.В. Анализ физиологического разброса параметров микроциркуляторно-тканевых систем / А.В. Дунаев, И.Н. Новикова, А.И. Жеребцова, А.И. Крупаткин, С.Г. Соколовский, Э.У. Рафаилов // Биотехносфера. – 2013. – № 5. – С. 44-53.
4. Дунаев, А.В. Анализ индивидуальной вариабельности параметров в лазерной флуоресцентной диагностике / А.В. Дунаев, В.В. Дрёмин, Е.А. Жеребцов, С.Г. Палмер, С.Г. Соколовский, Э.У. Рафаилов // Биотехносфера. – 2013. – № 2. – С. 39-47.

Паршакова В.Е. (автор)

Дунаев А.В. (научный руководитель)