

Отзыв

официального оппонента

Лапитана Дениса Григорьевича

на диссертационную работу Жарких Елены Валерьевны на тему «Метод и портативное устройство лазерной доплеровской флоуметрии для диагностики расстройств периферического кровотока при различных патологических состояниях», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения (технические науки)

1. Актуальность темы исследования

Нарушения в работе системы микроциркуляции крови (МЦК) являются одним из ключевых факторов в патогенезе многих заболеваний, таких как артериальная гипертензия, сахарный диабет (СД), вибрационная болезнь и многих других. Известно также, что дисфункция микрогемодинамики проявляется уже на ранних стадиях развития заболеваний, а сами нарушения микроциркуляции могут быть не только вторичными, но и являться первопричиной заболеваний, определяя в дальнейшем их исход. Поэтому развитие методов исследования МЦК является одним из интересных и перспективных направлений теоретической и практической медицины.

Одним из распространённых методов исследования функционирования МЦК в норме и патологии является метод лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ). Для регистрации сигнала ЛДФ в настоящий момент специалистам доступны несколько вариаций отечественных и иностранных приборов. Но реальное применение этой технологии для диагностики состояния микроциркуляторного русла пациентов в настоящий момент всё ещё ограничено. Это связано с тем, что для врачей функциональной диагностики данный метод остаётся не до конца понятен и интерпретируем, что приводит к потребности в разработке новых методов и методик диагностики и новых диагностических критериев, позволяющих с достаточной точностью и в понятных для клиницистов терминах диагностировать патологические изменения в системе МЦК.

Диссертационное исследование Жарких Е.В. направлено на повышение качества диагностики расстройств периферического кровотока за счёт выявления патологических процессов с меньшей вероятностью ложноотрицательного результата и сокращение длительности исследования посредством разработки метода диагностики на основе распределённой системы портативных устройств ЛДФ без применения функциональных проб. Та-

ким образом, достижение поставленной в диссертационной работе цели является актуальным направлением исследований, необходимым для решения важной проблемы отрасли здравоохранения – ранней диагностики патологических изменений системы микроциркуляции крови.

2. Структура диссертации

Диссертация состоит из введения, 4 глав, заключения, библиографического списка, включающего 213 источников, изложена на 196 листах машинописного текста, содержит 73 рисунка и 21 таблицу.

Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна и практическая значимость работы.

В первой главе рассмотрены строение и функционирование системы МЦК, основные типы расстройств периферического кровотока и их проявления, проведён обзор инструментальных методов диагностики состояния периферического кровотока. Проведены предварительные исследования, демонстрирующие возможность при помощи метода ЛДФ и вейвлет-анализа ЛДФ-сигналов диагностировать расстройства периферического кровотока даже без применения функциональных нагрузочных проб, а также выявлять причины обнаруженных нарушений. Полученные результаты позволили автору обосновано сделать вывод о перспективности выбранного направления исследований.

Во второй главе соискателем проведено моделирование распространения оптического излучения в коже, на основании которого сформулированы медико-технические требования к портативным устройствам ЛДФ. Разработана функциональная схема портативного устройства ЛДФ для диагностики расстройств периферического кровотока, показаны примеры регистрации и обработки сигнала. Предварительные исследования по сравнению результатов измерения портативным и стационарным устройствами ЛДФ показали высокую корреляцию регистрируемых данных.

В третьей главе описаны проведённые экспериментальные исследования по диагностике расстройств периферического кровотока при различных патологических состояниях. Приведены новые диагностические критерии для дальнейшей разработки метода диагностики с использованием портативных устройств ЛДФ.

В четвертой главе представлен разработанный метод диагностики расстройств периферического кровотока при СД 2 типа и биотехническая система, реализующая этот метод. Соискатель предлагает обобщённый ал-

горитм диагностики наличия расстройств периферического кровотока и выявления физиологических нарушений МЦК в случае наличия расстройств. Представлены перспективы дальнейшего использования результатов диссертационной работы.

3. Научная новизна результатов исследования

Научную новизну представляют следующие результаты:

– предложена модель распространения оптического излучения в коже для портативного устройства ЛДФ, отличающаяся учётом разного уровня кровенаполнения и содержания меланина в ткани и позволяющая учесть конструктивные особенности устройства в виде расстояния между источником и приёмником излучения и обосновать специализированные МГТ к портативному устройству ЛДФ, обеспечивающие исследование периферического кровотока (регистрацию сигнала из слоя глубокого сосудистого сплетения);

– разработано портативное устройство ЛДФ для диагностики расстройств периферического кровотока, отличающееся портативным исполнением и беспроводной реализацией и позволяющее диагностировать расстройства периферического кровотока при различных патологических состояниях за счёт одновременной регистрации перфузии несколькими устройствами на верхних и нижних конечностях организма человека;

– разработана модель классификации для выявления расстройств периферического кровотока для пациентов с СД 2 типа, базирующаяся на одновременной регистрации перфузии методом ЛДФ в верхних и нижних конечностях пациента и позволяющая сократить время исследования до 10 мин и классифицировать состояние периферического кровотока на наличие и отсутствие нарушений без применения функциональных проб;

– предложен метод диагностики расстройств периферического кровотока при СД 2 типа, базирующийся на применении распределённой системы портативных устройств ЛДФ, а также на предложенной модели классификации, позволяющий выявлять наличие или отсутствие расстройств периферического кровотока с меньшей вероятностью ложноотрицательного результата диагностики, а также анализировать физиологические нарушения периферического кровотока, связанные с нарушением эндотелиальной функции, увеличением жёсткости сосудистой стенки и включением компенсаторного механизма, активирующего нутритивные пути кровотока.

3. Степень обоснованности и достоверности научных положений, выводов, рекомендаций и заключений

Достоверность результатов обоснована применением апробированных и подтверждённых методов и методик обработки результатов измерений. Проведена апробация результатов диссертационного исследования на базе БУЗ Орловской области «Орловская областная клиническая больница», медицинского центра «Медискан» и научно-производственного предприятия ООО НПП «ЛАЗМА» (г. Москва).

Соискателем опубликована 31 научная работа, из которых 5 статей в ведущих рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК по специальности диссертации, и 13 научных трудов в изданиях, индексируемых базами данных Web of Science/Scopus, что говорит о высоком уровне апробации работы. Материалы диссертационного исследования доложены и обсуждены на 11 международных и 9 всероссийских конференциях. Таким образом, подтверждается, что основные положения работы, вынесенные на защиту, выводы и заключения достоверны.

4. Значимость для науки и практики результатов диссертационной работы

Диссертационная работа Жарких Е.В. поднимает важный вопрос усовершенствования методов оптической неинвазивной диагностики, и, в частности, метода ЛДФ, для более широкого их внедрения в клиническую практику для ранней диагностики патологических состояний, связанных с нарушениями функционирования системы микроциркуляции крови.

Предложенный соискателем подход к диагностике действительно значим с точки зрения дальнейшего создания новых диагностических критериев и в дальнейшем может быть использован не только для оценки сосудистых осложнений СД 2 типа, но и для диагностики других заболеваний.

Теоретическая и практическая значимость полученных результатов подтверждается апробацией в условиях эндокринологического отделения БУЗ Орловской области «Орловская областная клиническая больница», в медицинском центре «Медискан» и на научно-производственном предприятии ООО НПП «ЛАЗМА» (г. Москва), а также их использованием в учебном процессе ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева».

5. Замечания по диссертационной работе

1) В главе 2 представлены результаты численного моделирования распространения оптического излучения канала ЛДФ портативных устройств в биологических тканях с разным кровенаполнением и содержанием меланина. Представляет интерес тот факт, что согласно результатам моделирования содержание меланина практически не оказывает влияния на величину глубины зондирования. Как автор мог бы объяснить такой результат?

2) При моделировании распространения оптического излучения в биологической ткани для канала ЛДФ не учитывался доплеровский сдвиг частоты зондирующего излучения при его отражении от движущихся эритроцитов. Оценивал ли соискатель, как могут измениться результаты моделирования при принятии во внимание этого фактора?

3) Из описания исследуемой группы пациентов с СД 2 типа в разделе 3.3 главы 3 диссертационной работы не вполне ясны критерии включения пациентов в исследуемую группу. В какой стадии заболевания находились пациенты? Имелись ли у них, согласно данным анамнеза, выраженные нарушения кровообращения конечностей?

4) В предлагаемом методе диагностики расстройств периферического кровотока на основе метода ЛДФ в состоянии покоя регистрируются и анализируются низкочастотные колебания (эндотелиальные, нейрогенные, миогенные и т.д.), которые, по данным литературы, обладают большой индивидуальной и межиндивидуальной вариабельностью. Это, в свою очередь, затрудняет возможность постановки индивидуального диагноза испытуемому.

5) Подпись к рисунку 1 автореферата «Результаты моделирования глубины проникновения зондирующего излучения ...» является не вполне корректной, так как глубина представляет собой только одну из осей графика, поэтому такое название не раскрывает физический процесс, демонстрируемый на графике.

6) В диссертации присутствуют стилистические недочёты.

Указанные замечания не имеют принципиального характера и не влияют на высокую оценку данного завершённого научного исследования.

6. Общее заключение

На основании вышеизложенного можно заключить, что диссертационная работа Жарких Е.В. «Метод и портативное устройство лазерной доплеровской флоуметрии для диагностики расстройств периферического

кровотока при различных патологических состояниях» выполнена на актуальную тему и обладает научной новизной и практической значимостью. Результаты, полученные соискателем в процессе выполнения диссертационной работы, достоверны, а сформулированные выводы и заключения обоснованы. Название и содержание диссертации соответствует пункту 2 области исследования паспорта специальности 2.2.12. Приборы, системы и изделия медицинского назначения (технические науки) «Приборы, системы и аппаратно-программные комплексы для оценки текущего состояния, скринингового обследования, мониторинга, прогнозирования и диагностики состояния здоровья человека».

Диссертационная работа содержит решение важной научно-технической задачи повышения качества диагностики расстройств периферического кровотока. Представленная диссертационная работа удовлетворяет критериям, предъявляемым к кандидатской диссертации «Положением о присуждении ученых степеней» (в частности, п. 9), утвержденным постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. №842, а автор работы, Жарких Елена Валерьевна, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Лапитан Денис Григорьевич,
кандидат технических наук, по специальности
05.11.17 – Приборы, системы и изделия медицинского назначения, старший научный сотрудник лаборатории медико-физических исследований государственного бюджетного учреждения здравоохранения Московской области «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского»

129110, Россия, г. Москва,
ул. Щепкина, д. 61/2
E-mail: lapitandenis@mail.ru
Тел.: +7 (985) 826-87-54



12. 09. 2023

Подпись Лапитана Д.Г. заверяю
Учёный секретарь
ГБУЗ МО МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского
д.м.н., профессор



Берестень Н.Ф.