

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Аль-Бадри Фракад Фисаль Аидан «Анализ изменения кровотока в микроциркуляторном русле методами лазерной доплеровской флоуметрии и флуоресцентной спектроскопии», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.5.2. – Биофизика

Диссертационная работа Аль-Бадри Фракада посвящена актуальной проблеме биофизики сложных систем, связанной с исследованием биофизических механизмов изменения кровотока в микроциркуляторном русле методами лазерной доплеровской флоуметрии и флуоресцентной спектроскопии при проведении функциональных проб.

Актуальность работы

Одной из актуальных задач диагностики состояния сосудистой системы человека является анализ состояния микроциркуляторного русла на основе неинвазивных технологий измерения гемодинамики. Новым методом неинвазивной диагностики с использованием носимых устройств, является анализ периферической гемодинамики в микрососудах методами лазерной доплеровской флоуметрии и флуоресцентной спектроскопии.

В работе предлагается проводить анализ изменений параметров кровотока при одновременном применении нескольких функциональных проб, что создает принципиально новую методологическую основу для исследований, направленных на выявление адаптационного потенциала системы кровообращения и прогнозирования индивидуального риска развития сердечно-сосудистых заболеваний.

Научная новизна

В работе разработаны современные методы оценки состояния микроциркуляторного русла с использованием комбинации лазерной доплеровской флоуметрии и функциональных проб.

В рамках диссертационной работы установлено, что использование теплового воздействия на организм человека при проведении функциональной пробы, связанной с изменением положения руки, приводит к изменению функционального резерва кровообращения микроциркуляторного русла и его сосудистого тонуса.

Артериальная гемодинамика молодого человека без выраженных сосудистых патологий реагирует на тепловое воздействие уменьшением тонуса сосудистой системы, приводящая к расширению артериол и увеличению количества функционирующих капилляров

Проведенные исследования изменения параметров гемодинамики микроциркуляторного русла и флуоресцентной спектроскопии хорошо коррелируют как с изменением показателя микроциркуляции при изменении положения конечности, так и с изменением амплитуды флуоресценции кофермента никотинамидадениндинук-леотида (НАДН).

Обнаружено влияние вено-артериолярного рефлекса на показатель микроциркуляции при проведении последовательности проб с изменением положения руки в группе участников среднего и старшего возраста.

Тест с изменением положения конечности может давать ценную информацию о сохранности периферической иннервации микрососудов, что обосновывает перспективу применения данного теста в области выявления различных форм нейропатий и возрастных особенностей регуляции кровотока.

Объем и структура диссертации

Диссертационная работа содержит 103 страницы машинописного текста, содержит введение, четыре главы с обсуждением и выводами по каждой, заключение, списка литературы, включающего 147 ссылок. Работа включает 25 рисунков и 1 таблицу.

Научная и практическая значимость результатов работы:

Анализ изменений параметров кровотока при одновременном применении нескольких функциональных проб создает принципиально новую методологическую основу для исследований, направленных на выявление адаптационного потенциала системы кровообращения и прогнозирования индивидуального риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. Разработанный подход позволяет перейти от констатации статических показателей микроциркуляции к динамической оценке функциональных резервов системы, что имеет важное значение для ранней доклинической диагностики и разработки персонализированных профилактических мероприятий.

Практическая ценность проведенного исследования заключается в разработке современных методов оценки состояния микроциркуляторного русла с использованием комбинации лазерной доплеровской флоуметрии и функциональных проб. Предложенный диагностический комплекс позволяет осуществлять высокоточную оценку параметров периферического кровотока и выявлять нарушения микроциркуляции на ранних стадиях, что существенно повышает качество диагностики широкого спектра сердечно-сосудистых заболеваний, включая артериальную гипертензию, диабетическую ангиопатию и другие нарушения периферического кровообращения.

Научные результаты и положения, выносимые на защиту, в достаточной степени обоснованы и защищены.

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертационной работы и имеет объем 20 страниц.

Результаты, полученные в диссертационной работе, опубликованы в 7 научных работах. Три работы удовлетворяют требованиям ВАК, 1 статья в журнале, индексируемом Scopus, отнесенном к категории К-1; 2 статьи в научных изданиях, индексируемых базой данных RSCI, и отнесенных к

категории К-2. Содержание опубликованных работ полностью отражает содержание диссертации.

К материалам, изложенным в диссертации, возникли следующие замечания:

1. В работе имеются опечатки и стилистические неточности. Ссылки приведены в разных форматах, например ссылки 44, 46 и 48 и др.
2. В качестве рекомендации на будущее необходимо провести апробирование до клинического применения предложенного протокола исследования. Этого не хватает в этой работе для верификации подхода.
3. На стр. 13 указано, что «Артериолы в основном участвуют в регуляции кровотока и перфузии тканей, в то время как капилляры являются местом обмена кислородом и питательными веществами». На самом деле это утверждение не совсем корректно, так как в перфузии тканей участвуют и другие элементы ССЗ, в частности капилляры.
4. В разделе 1.2 «Физические основы лазерной доплеровской флоуметрии» не хватает строгих математических формул, иллюстрирующих принцип ЛДФ, а именно эффект Доплера, автокорреляционную функцию и регистрируемый сигнал, формулу расчета перфузии. Без этого раздел выглядит не полным.
5. На ссылки 102 – 104 нет упоминаний в тексте.
6. В тексте не объясняется, что означает синяя кривая температуры и черная датчика движения на рис. 3, 5 и 19. Где находился этот датчик движения? В каких единицах измерения приведены данные. На графиках нет шкалы температуры.
7. В выводах к главе 2 указано, что «анализ изменений показателей кровотока в микроциркуляторном русле...может служить основой для...прогнозирования риска развития сердечно-сосудистых

заболеваний». Данное утверждение необходимо пояснить и обосновать. Каким образом можно спрогнозировать риск, на основе какого алгоритма и показателей, в работе это не говорится. Более того, провести такие измерения у пациентов с ССЗ было бы хорошей клинической апробацией, что могло бы подтвердить эти выводы.

8. Целью диссертационной работы является развитие новых диагностических подходов. В чем заключаются такие новые методы-подходы, которые предложены в работе и в чем их отличие от тех, что уже применяются, например при использовании прибора ЛАЗМА? В тексте это неявно присутствует, но необходимо четко сформулировать подход — дать рекомендации по использованию метода ЛДФ и/или коррекции протокола диагностики.

9. В пункте 2 научной новизны не понятно для каких параметров была зафиксирована статистически значимая разница.

Следует отметить, что данные замечания носят частный характер и не снижают общего положительного впечатления от работы.

Диссертационная работа Аль-Бадри Фракада является законченной научно-квалификационной работой, содержащей решение актуальной задачи по биофизике, связанной с исследованием биофизических механизмов регулирования динамики кровотока на основе новых диагностических подходов к анализу периферической гемодинамики в микрососудах методами лазерной доплеровской флоуметрии и флуоресцентной спектроскопии. Проведенные исследования подтверждены экспериментальными результатами, полученные данные оригинальны и достоверны.

Диссертационная работа «Анализ изменения кровотока в микроциркуляторном русле методами лазерной доплеровской флоуметрии и флуоресцентной спектроскопии» соответствует всем требованиям пп. 9-14 Положения о присуждении ученых степеней, утв. Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842 (в ред. от 01.10.2018), предъявляемых к диссертациям на соискание ученой степени

кандидата наук, а ее автор, Аль-Бадри Фракад Фисаль Аидан, заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.5.2 – «Биофизика».

Официальный оппонент –

кандидат физико-математических
наук, старший преподаватель
физического факультета

ФГБОУ ВО «МГУ имени
М.В. Ломоносова»



Луговцов Андрей Егорович

29.01.2026.

119991, Российская Федерация, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2

Тел. +7 (926) 5200899, e-mail: anlug1@gmail.com

И.о. декана

физического факультета

МГУ имени М.В. Ломоносова,

профессор, д.ф.-м.н.



Белокуров В.В.