

ОТЗЫВ

официального оппонента о диссертации Аль-Бадри Фракада Фисаля Аидана на тему «Анализ изменения кровотока в микроциркуляторном русле методами лазерной доплеровской флоуметрии и флуоресцентной спектроскопии», представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.5.2 – Биофизика

Диссертационная работа Аль-Бадри Фракада Фисаля Аидана связана с актуальной задачей современной биофизики – исследованием функционального состояния периферической системы кровообращения человека. Основной акцент сделан на развитие методики нагрузочных ортостатических проб для диагностики функционального состояния системы микроциркуляции крови. В своей работе автор использует стандартное измерительное оборудование – Портативный анализатор лазерный микроциркуляции крови "ЛАЗМА ПФ" (Лазма, Россия).

Результаты диссертационного исследования опубликованы в четырех статьях в отечественных журналах из списка ВАК (статьи 1,2 из списка публикаций автора диссертации, опубликованного на стр.102 диссертации в журнале Регионарное кровообращение и микроциркуляция, статья 3 - в журнале Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: физика, 4 – в журнале Смоленский медицинский альманах) и трех трудах конференций, представлены на профильных российских и международных конференциях.

Диссертация включает в себя введение, четыре главы, заключение и список литературы, включающий в себя 147 источник. Обзор литературы частично отражает современное состояние исследований по данной тематике.

В **первой главе** диссертации представлен обзор основных сведений о системе микроциркуляции крови, объяснению вено-артериолярного рефлекса. В этой же главе дано описание физических основ метода лазерной доплеровской флоуметрии (ЛДФ), флуоресцентной спектроскопии, приведено краткое описание методики построения функциональных проб для определения резерва системы микроциркуляции.

Результаты наблюдения реакции системы микроциркуляции крови на ортостатический тест в зависимости от температуры внешней среды представлены **во второй главе**. Автор приводит результаты измерения изменения перфузии методом ЛДФ при помощи носимого прибора Лазма ПФ (Лазма, Россия) у 20 условно-здоровых добровольцев молодого возраста на ортостатическую нагрузку при двух температурах окружающей среды: 20°C и 30°C. Показано, что поднятие верхней конечности приводит к значимому уменьшению перфузии в обоих температурных режимах. При измерении показателей перфузии при температуре 30°C в нативных условиях перфузия значительно выше (22.7 п.е.), чем при температуре 20°C (11.1 п.е.). Величины, до которых уменьшается значение перфузии при поднятии конечности, не зависят от температуры окружающей среды ($p > 0.05$), что свидетельствует об отсутствии значимых различий.

В третьей главе автор проводит оценку микроциркуляции крови и окислительного метаболизма ткани при изменении положения конечности. Для решения этой задачи используется метод ЛДФ и метод флуоресцентной спектроскопии. Показано, что для повышения точности измерений при помощи предложенной методики необходимо многократное повторение ортостатической пробы, что повышает воспроизводимость результатов и компенсирует зависимость результатов от показателя микроциркуляции в нативном состоянии. Помимо этого показано, что показатель окислительного метаболизма, определенный методом флуоресцентной спектроскопии коррелирует с индексом перфузии.

В четвертой главе изучено влияние веноуло-артериолярного рефлекса на показатель микроциркуляции и факторы его регуляции.

В заключении диссертации сформулированы основные выводы работы.

По тексту диссертации имеется ряд **замечаний**. Сформулируем основные из них:

1. На стр. 12 диссертации: «Всего по теме диссертации опубликовано 7 научных работ, из них требованиям ВАК, 3 статьи: 1 статья в зарубежных рецензируемых научных изданиях, индексируемых базами данных WoS или Scopus». Результаты работы не опубликованы в зарубежных рецензируемых изданиях.

2. В главе 2 показано, что при увеличении температуры окружающей среды ортостатический тест показывает более значительное уменьшение перфузии, чем при комнатной температуре окружающей среды. Интерес представляет тот факт, что при поднятой руке перфузия не зависит от температуры окружающей среды. В нативном же состоянии перфузия различается существенно. Полагаю, что в выводах, приведенных на странице 40, стоит сделать акцент именно на этом факте, а не на том, что увеличение средней температуры, увеличивает статистически значимые различия между индексом перфузии в двух фазах ортостатического теста.
3. По какой причине носимый лазерный доплеровский флоуметр устанавливался на подушечку пальца? Прибор создан как носимый и одевается на запястье как часы. Согласно Рис.2 носимый ЛДФ держали пальцем той же руки. Такой способ фиксации не дает возможности даже приблизительно контролировать давление. В то время как показано, что давление датчика оказывает решающее влияние на измеряемые параметры (Mizeva I. A. et al. Optical probe pressure effects on cutaneous blood flow //Clinical hemorheology and microcirculation. – 2019. – Т. 72. – №. 3. – С. 259-267).
4. Из текста диссертации осталось неясным какое устройство было использовано для метода флуоресцентной спектроскопии, также не описана методика проведения вейвлет-анализа не описана в деталях, в частности, не понятно какой вейвлет был использован.
5. При сравнении зависимых выборок автор использует t-критерий Стьюдента и критерий Вилкоксона. С чем связан выбор статистического критерия?
6. Диссертация содержит значительное количество физиологически неточных формулировок, так, например:
 - а. Стр.13. «Кровоток в микроциркуляторном русле сильно варьируется в зависимости от внутренних факторов и факторов окружающей среды и более изменчив, чем мышечный». Что подразумевается под мышечным кровотоком?

- b. Стр.15. «...связанным с сужением симпатических сосудов». Что подразумевается под «симпатическими сосудами»?
- c. Стр.15. В сосудистой системе независимый эндотелиальный миогенный ответ называется эффектом Бейлисса. Так ли это?
- d. Стр.23. «Эти регуляции представляют собой быстрые и кратковременные изменения гемодинамики, направленные на адаптацию к новым гидростатическим условиям и предотвращение избыточного депонирования крови в нижних конечностях, что особенно важно для поддержания адекватного кровоснабжения головного мозга». Так ли это?
- e. На стр.25 температура в 30 градусов названа температурой комфорта, тогда как на стр.33 – стрессовой.
9. Качество представления результатов исследования зачастую вызывает вопросы:
- a. Не введены некоторые сокращения, например, АТФ (стр.22), ПМ (стр.18), стр.36, Рис.3. В чем измеряется сигнал датчика движения?
- b. Рис.8-9. По какой причине для интерполяции данных использованы сплайны? Уместна ли интерполяция в данном случае? Единицы измерения на различных графиках даны различным способом: где-то в скобках, где-то через запятую.
- c. Таблица 1. «Значения перфузии между одинаковыми положениями руки с датчиком при температуре воздуха 20 и 30 соответственно».
- d. Рис.10, 11, 12, 13. На графиках отсутствуют подписи осей и единицы измерения.
- e. Зачастую автор не точно формулирует выводы по результатам статистического анализа. Так, например, на стр.40. Вывод «Сравнительный анализ данных первого этапа исследования и второго этапа показал статистически значимые различия по критерию Вилкоксона для положений руки на уровне сердца и поднятой руки». В тексте не указаны статистические различия измерения, какой величины обнаружен.

f. Стр.67. «У обоих участников исследования в исходном положении наблюдался высокий уровень перфузии». Какие величины показателя микроциркуляции ПМ принимаются за высокие значения?

g. Стр.38. «Увеличение статистически значимых отличий» – уменьшение статистической значимости.

h. Нумерация списка литературы не соответствует ссылкам в тексте.

9. В тексте имеется достаточно большое ошибок стилистического толка, так, например веноуло-артериолярного рефлекса, (стр.6) веноартериолярный (стр.14) «необходимость жесткой фиксации пациента» (стр.5), использование жаргона «диагностика кровотока» в разделе научная значимость (стр.9). «увеличение достоверности измерений изменения показателя пер-фузии» (стр.10), проксимальная манжета (стр.14), стр.40 – английский термин, производство Россия (стр.41), стр.48 – «достоверные различия между положениями руки».

Несмотря на указанные замечания, диссертация содержит интересные, новые, научно-значимые результаты. Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

Таким образом, представленная диссертационная работа содержит оригинальные научные результаты, обобщений и выводов, которые можно квалифицировать как научное достижение в области биофизики, удовлетворяет всем требованиям пп. 9–14 действующего «Положения о присуждении учёных степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ № 842 от 24.09.2013 (в редакции от 11.09.2021), предъявляемых к кандидатским диссертациям, а её автор, Аль-Бадри Фракада ФисаляАидана, заслуживает присуждения ему учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.5.2. — Биофизика.

Официальный оппонент

Доктор физико-математических наук, 1.5.2 –

Биофизика

Старший научный сотрудник,
Институт механики сплошных сред
Уральского отделения РАН



Мизева Ирина Андреевна

02.02.2026

Институт механики сплошных сред Уральского отделения Российской академии
наук, Почтовый адрес: ул. ак. Королева, 1, Пермь, 614013

Телефон: +7 (342) 2378394; электронная почта: mizeva@icmm.ru

Согласна на обработку персональных данных



Подпись доктора физико-математических наук Мизёвой Ирины Андреевны за-
веряю:

Ученый секретарь ИМСС УрО РАН

к.ф.-м.н.



Юрлова Наталия Алексеевна