

ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Баатырова Рахима Таалайбековича

«Моделирование пульсовой волны давления с учетом суммарного объёмного кровотока, являющегося результатом сложения возникающих в артериях прямого и обратного кровотока»,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 03.01.02 – «Биофизика»

В диссертационной работе Баатырова Рахима Таалайбековича решается актуальная и важная задача, состоящая в моделировании пульсовой волны давления с учетом суммарного объёмного кровотока, а также в разработке методов диагностики состояния артериальных сосудов по форме пульсовой волны. Несмотря на большое число ранее проводившихся исследований, до сих пор отсутствует единое мнение о причинах появления обратной волны и ее влиянии на формирование пульсовой волны давления в артериальных сосудах. Поиск ответов на некоторые открытые на сегодняшний день вопросы в данной области предпринят в диссертационной работе Баатырова Р.Т.

Диссертация состоит из введения, шести разделов, заключения и списка литературы. Общий объем диссертации составляет 104 страниц машинописного текста, включая 38 рисунка и 5 таблиц. Список литературы содержит 137 наименований и изложен на 18 страницах.

Во введении обоснована актуальность темы исследований, сформулирована цель диссертационной работы, определена новизна исследований, обсуждена практическая значимость полученных результатов, приведены основные положения, выносимые на защиту, изложено краткое содержание диссертации.

В первой главе представлен критический анализ методов диагностики состояния сосудов по форме пульсовой волны. Обсуждается влияние на форму пульсовой волны многочисленных факторов, таких как эндотелиальная дисфункция, сосудистое ремоделирование, чувствительность гладкомышечного слоя сосудов и др. Показано, что одной из проблем диагностики состояния сосудистой системы по форме пульсовой волны является отсутствие объяснения формирования обратного кровотока и связь формы пульсовой волны с тонусом гладких мышц артериальных сосудов.

Во второй главе предложена двухэлементная модель виндкесселя с учетом суммарного объёмного кровотока, являющегося результатом сложения возникающих в артериях прямого и обратного кровотока. Получена линейная зависимость второй производной пульсовой волны на диастолическом участке от величины обратного кровотока.

В третьей главе для подтверждения роли тонуса гладких мышц артерий и артериол на характер формирования пульсовой волны проведены исследования изменения формы пульсовой волны давления, происходящие после проведения окклюзии на плечевой артерии у подростков и юных спортсменов. Показано, что у неспортивной группы обследуемых без выявленных сердечно-сосудистых патологий сразу после трехминутного окклюзионного теста индекс отражения имеет повышенное значение и медленно уменьшается без проявления немонотонной динамики. Обнаруженные закономерности объясняются тем, что у спортсменов, занимающихся интенсивными видами спорта, происходит ремоделирование стенки артериальных сосудов под воздействием повышенных физических нагрузок. Процесс ремоделирования сопровождается, в том числе, изменением функциональных свойств гладкомышечной стенки сосудов.

В четвертой главе представлены результаты исследования роли гладкомышечного тонуса на характер формирования УЗИ-доплерограммы плечевой артерий до и после снятия окклюзии с плечевой артерии у подростков и юных спортсменов. Снижение тонуса в периферической сосудистой системе с помощью окклюзионной манжеточной пробы, проведенное для сравнения на группе пациентов «норма» и группе юных спортсменов, не страдающих атеросклеротическими изменениями сосудистого русла, приводит к одинаковому характеру изменения доплерограммы кровотока плечевой артерии, отражающему влияние на объёмный кровоток тонуса гладких мышц кровеносной системы.

В пятой главе предложен метод диагностики функционального состояния артериальных сосудов, основанный на измерении второй производной изменения амплитуды пульсовой волны от времени. Сравнительный анализ предложенного осциллометрического метода скрининговой диагностики состояния артериальной сосудистой системы по форме пульсовой волны проводился с методом дуплексного ультразвукового сканирования артериального русла.

В шестой главе приводится сравнительный анализ предложенного осциллометрического метода скрининговой диагностики состояния артериальной сосудистой системы по форме пульсовой волны с методом дуплексного ультразвукового сканирования артериального русла на группе

из 10 спортсменов, занимающихся греблей на байдарках и каноэ, имеющих высокие спортивные разряды, и контрольной группе, включающей 10 обследуемых, не страдающих сердечно-сосудистой патологией. Соответствие уменьшения прироста объемного кровотока, полученного ультразвуковым методом, и реакции на окклюзию артерии, приводящей к уменьшению характера кривизны зависимости амплитуды пульсовой волны от времени, определенной осциллометрическим методом, свидетельствует о том, что разработан метод скрининг-диагностики эндотелиальной дисфункции артериальных сосудов по форме пульсовой волны.

В заключении сформулированы основные результаты и выводы, полученные в ходе выполнения диссертационной работы.

Без сомнения, полученные диссертантом результаты **новы** с научной точки зрения, **обоснованы и практически значимы**.

Результаты, представленные в диссертационной работе, обладают научной новизной, в частности

- предложена двухэлементная модель виндкесселя с предположением суммарного объёмного кровотока, являющегося результатом сложения возникающих в артериях прямого и обратного кровотока;
- установлено, что индексы отражения у юных спортсменов, измеренные сразу после окклюзионной пробы, имеют более высокие значения, чем до теста, и характеризуется немонотонной динамикой, проявляющейся в первоначальном росте, а затем снижении к исходному значению;
- предложен метод диагностики функционального состояния артериальных сосудов и аппаратура для его реализации, основанные на диагностике эндотелиальной дисфункции по форме пульсовой волны.

Приведенные в работе результаты свидетельствуют о хорошей квалификации автора. Научная и практическая значимость результатов работы определяется возможностью их широкого использования в диагностических целях, а также для понимания некоторых вопросов гемореологии.

К числу недостатков диссертационной работы можно отнести следующее:

1. Название диссертационной работы не в полной мере соответствует ее содержанию: диссертационная работа шире избранного для нее названия. В то же время оппонент не настаивает на изменении названия диссертационной работы.

2. Присутствуют, на мой взгляд, некоторые не корректные формулировки, термины. Например, повсеместно и, в частности, в главе 5 (стр.63) используется «... по второй производной изменения амплитуды пульсовой волны от времени...». Но ведь анализу подвергается не пульсовая волна, как периодический процесс распространения колебаний вдоль сосуда, а лишь фрагмент этой волны или «...период кардиоцикла...» как удачно определено автором на стр. 38.

3. Представляется, что первая глава (обзор) должна завершаться не только кратким выводом, но и постановкой задач, которые должны быть решены в последующих оригинальных главах.

4. Между главами диссертации не всегда сформулированы «связки», «мостики». Так результаты 2-ой главы не связаны с постановкой задач последующей главы 3.

5. Основной результат главы 2 – получена «...линейная зависимость второй производной пульсовой волны давления P_3 от величины обратного кровотока.» (стр.40). Однако, желательно привести физическое толкование второй производной и линейности полученной зависимости, их смысл и чем определяется наклон полученной прямой с точки зрения гемореологии.

6. В главе 5 вводятся диагностические параметры P_1 , P_2 и P_3 . Однако, используется в работе лишь параметр P_3 . Зачем тогда вводить P_1 , P_2 ?

7. В целом автор хорошо оформил диссертационную работу. Однако, в этом он не избежал некоторых недостатков, например:

- стр.35 - «...наблюдающие закономерности...» заменить на «...наблюдающиеся закономерности...»;
- стр.50 - номер рис.5.3 следует заменить на номер 3.5);
- стр.62 - в заголовке главы 5 текст заменить на «...основанный на измерениях...»;
- стр. 64 - неточности в рис.5.1;
- стр. 89 - в ссылке 23 в названии статьи нет согласования.
- что значит часто встречаемые «Ошибочка. Источник ссылки не найден» (например, стр.24, ссылка [15] – хотя все исходные данные в литературе приведены).

Данные замечания не носят принципиального характера и не влияют на положительную оценку выполненной работы и не ставят под сомнение выводы диссертации.

В то же время в порядке продолжения работы по рассмотренной в диссертации тематике хочется пожелать диссертанту рассмотреть следующие вопросы:

1. влияние состояния и характеристик крови на форму «периода кардиоцикла» пульсовой волны, например, концентрации эритроцитов в образце крови, ее вязкости и др.; так, если упомянутая форма зависела бы от содержания глюкозы, то было бы заманчиво это использовать для контроля состояния больных сахарным диабетом.
2. в диссертационной работе эксперименты реализованы исключительно *in vivo*; следовало бы подумать о подобных экспериментах *in vitro*; такие эксперименты позволили бы моделировать процессы не только экспериментально, но и теоретически.

Оценивая диссертацию в целом, считаю, что диссертационная работа Баатырова Р.Т. является законченным научным исследованием, которое может быть квалифицировано как решение важной научной задачи, имеющей существенное значение для биофизики, связанная с развитием двухэлементной модели виндкесселя с учетом суммарного объёмного кровотока, являющегося результатом сложения возникающих в артериях прямого и обратного кровотока, а также разработкой метода диагностики функционального состояния артериальных сосудов, основанного на выявлении эндотелиальной дисфункции по форме пульсовой волны.

Диссертация написана литературным и профессиональным языком, представленный иллюстративный материал хорошо оформлен.

По результатам исследований, выполненных при работе над диссертацией, опубликовано 11 работ, в том числе 4 статьи в изданиях, входящих в перечень ВАК и включенных в базу данных SCOPUS, материалы 6 докладов на всероссийских и международных конференциях, получен патент на изобретение РФ.

Автореферат полностью отражает основное содержание диссертации.

Считаю, что диссертационная работа Баатырова Р.Т. «Моделирование пульсовой волны давления с учетом суммарного объёмного кровотока, являющегося результатом сложения возникающих в артериях прямого и обратного кровотока» соответствует критериям п. 9–11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а автор диссертации

Баатыров Рахим Таалайбекович заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 03.01.02 – Биофизика.

Официальный оппонент:

заведующий кафедрой медбиофизики им. проф. В.Д. Зёрнова
ФГБОУ ВО СГМУ им. В.И. Разумовского
Минздрава России,
кандидат физико-математических наук, доцент
(Научная специальность - 01.04.05 – оптика)

Дубровский Валерий Александрович

01 декабря 2020 года.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный медицинский университет имени В. И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации.

410012, Приволжский федеральный округ, Саратовская область, г. Саратов, ул. Большая Казачья, 112.

e-mail: meduniv@sgmu.ru, телефон: +7(845-2)-27-33-70.

Подпись к.ф.-м.н., доцента Дубровского В.А. ЗАВЕРЯЮ:

Ученый секретарь Ученого Совета

ФГБОУ ВО Саратовский ГМУ им. В.И. Разумовского

Минздрава России,

д.м.н.



Т.Е. Липатова