

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра медицинской физики

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

**МЕТОДЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ КРОВОТОКА
МИКРОЦИРКУЛЯЦИОННОГО РУСЛА
С ПОМОЩЬЮ ЛАЗЕРНОГО ДОПЛЕРОВСКОГО ФЛОУМЕТРА**

студента 4 курса 4021 группы

направления 03.03.02 «Физика»

код и наименование направления

института физики

наименование факультета, института

Хроменковой Татьяны Алексеевны

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

д.ф.-м.н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание

АС
подпись, дата
9.06.23

Ан.В. Скрипаль

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой:

д.ф.-м.н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание

АС 9.06.23
подпись, дата

Ан.В. Скрипаль

инициалы, фамилия

Саратов 2023 г.

Введение

В настоящее время во всем мире прослеживается отчётливая тенденция становления и развития нового направления в медицинской физике, связанного с использованием параметров взаимодействия оптического излучения с биологическими объектами для целей неинвазивной диагностики.

В современной клинической практике крайне актуальны оценка состояния микроциркуляции крови и тестирование микроциркуляторных расстройств при диагностике самых различных заболеваний. Особенно это важно при заболеваниях сердечно-сосудистой системы, в кардиологии, реаниматологии и т.д.

Поэтому возникла необходимость в исследовании возможностей методов функциональной неинвазивной диагностики кровотока микроциркуляционного русла

Одним из перспективных методов является лазерная доплеровская флоуметрия (ЛДФ). Данный метод основан на анализе отраженного и рассеянного излучения от движущихся в тканях эритроцитов. Отраженное от статических (неподвижных) компонентов ткани лазерное излучение не изменяет своей частоты, а отраженное от подвижных частиц (эритроцитов) – имеет доплеровское смещение частоты относительно зондирующего сигнала.

Результаты проведенных ранее работ позволяют говорить о том, что микроциркуляторные нарушения не только являются патогенетическим звеном развития осложнений, но и наблюдаются у пациентов с ранними нарушениями неврологических расстройств и могут предшествовать манифестации хронических заболеваний.

Все вышеуказанные данные подтверждают **актуальность** исследования методов функциональной диагностики кровотока микроциркуляторного русла с помощью лазерного доплеровского флоуметра.

В связи с актуальностью исследования методов функциональной диагностики микроциркуляторного русла **целью работы** является исследование характера температурной реакции верхних конечностей на тепловую и холодную пробы с помощью лазерной доплеровской флоуметрии.

Для достижения поставленной цели были поставлены следующие **задачи:**

1. Проанализировать состояние современной литературы, посвящённой исследованиям в области использования лазерной доплеровской флоуметрии при исследовании характера температурной реакции верхних конечностей на тепловую и холодную пробы.
2. Провести эксперимент, в ходе которого осуществить холодную и тепловую пробы, при регистрации происходящих изменений микроциркуляторного русла лазерным доплеровским флоуметром.
3. Обработать полученные экспериментальным путём данные.

Новизна работы: исследование характера температурной реакции верхних конечностей на тепловую и холодную пробы с помощью лазерной доплеровской флоуметрии

Основное содержание работы

Результат флоуметрии может быть представлен выражением:

$$ПМ = К \cdot N_{эр} \cdot V_{ср}, \quad (1.1)$$

где:

ПМ – показатель микроциркуляции (амплитуда сигнала в вольтах),

К – коэффициент пропорциональности ($K = 1$),

$N_{эр}$ – количество эритроцитов,

$V_{ср}$ – средняя скорость эритроцитов в зондируемом объеме

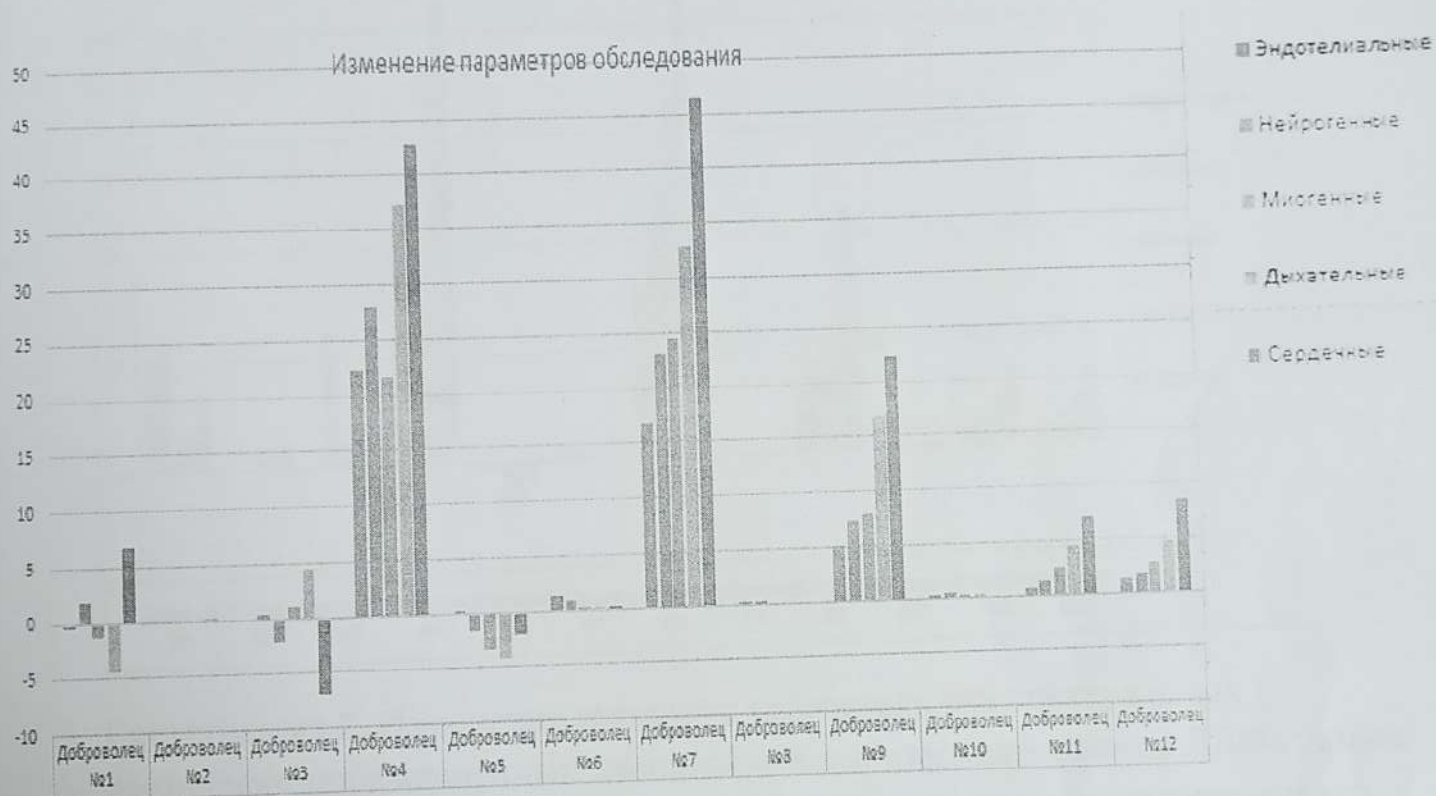
Показания микроциркуляции измерялись с помощью портативного ЛДФ устройства "ЛАЗМА ПФ" (Россия), до начала проведения пробы и во время термического воздействия. Рассчитывались спектральные и амплитудные параметры динамики микрокровотока.

Перед проведением термических проб, добровольцы, участвовавшие в эксперименте, были разделены на две группы. В группу №1 вошли люди попадающие в возрастную группу 18-30 лет, в группу №2, попадающие в возрастную группу 60-70 лет. Добровольцы №1,3,4,7,9,11,12-относятся к группе №1, из которых №1,3,11,12 спортсмены; Добровольцы №2,5,6,8,10 относятся к группе №2

Исследования проводились в дневное время суток приблизительно в одно и тоже время, чтобы исключить циркадные ритмы кровотока, в условиях физического и психического покоя, через 2 часа после приема пищи с предварительной адаптацией испытуемых к температуре помещения 20-23 °С в положении лежа, правое предплечье на уровне сердца.

В ходе эксперимента проводились тепловая и холодовая пробы на верхних конечностях. Тепловая и холодовая пробы были проведены в разные дни.

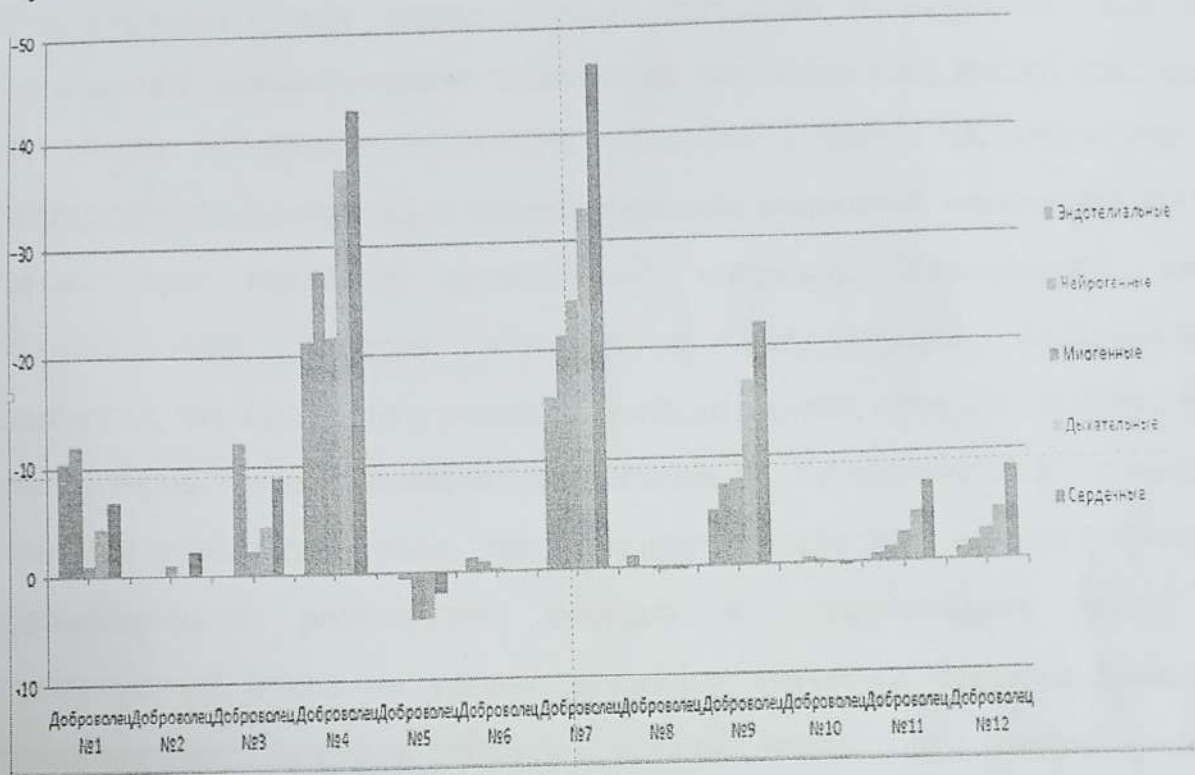
При проведении тепловой пробы нагрев осуществлялся с помощью объема воды, в которую помещалась локтевая часть руки. Температура нагрева составляла 42-45°C, нагрев проводился в течение 10 минут. Контроль динамики температуры выполнялся с помощью термометра с температурной чувствительностью 0,1°C



Гистограмма 1. Изменение амплитуд колебательных спектральных составляющих выделенных диапазонов колебательных ритмов ЛДФ-граммы при тепловой пробе для всех 12 добровольцев Добровольцы №1,3,4,7,9,11,12- относятся к группе №1, из которых №1,3,11,12 спортсмены; Добровольцы №2,5,6,8,10 относятся к группе №2.

Как видно из гистограммы у добровольцев №4,7,9 наблюдается значительное возрастание амплитуд составляющих спектра. У добровольцев №1,2,3,5,6,8,7,9,10,11,12 наблюдается незначительное изменение амплитуд составляющих спектра. Среди этой группы добровольцы №1,3,11,12 относятся к спортсменам-любителям, что свидетельствует о том, что у спортсменов наблюдается незначительное изменение амплитуд составляющих спектра на функциональные пробы.

При проведении холодной пробы температура охлаждения составляла 9-10°C, охлаждение проводился в течение 5 минут. Контроль динамики температуры выполнялся с помощью термометра с температурной чувствительностью 0,1°C



Гистограмма 2..Изменение амплитуд колебательных спектральных составляющих выделенных диапазонов колебательных ритмов ЛДФ-граммы при холодной пробе для всех 12 добровольцев. Гистограмма перевернута. Добровольцы №1,3,4,7,9,11,12-относятся к группе №1, из которых №1,3,11,12 спортсмены. Добровольцы №2,5,6,8,10 относятся к группе №2.

Как видно из графика. у добровольцев №4,7,9 , входящих в группу (18-30 лет) наблюдается значительное уменьшение амплитуд составляющих спектра.

У добровольцев №2,5,6,8,10, входящих в группу (60-70) наблюдается незначительное уменьшение или слабое возрастание амплитуд составляющих спектра.

У добровольцев № 1,3,11,12 являющихся спортсменами-любителями наблюдается нестандартная реакция микроциркуляторного русла на холодную пробу.

У добровольцев №1,2,3,5,6,8,7,9,10,11,12 наблюдается незначительное изменение амплитуд составляющих спектра, обусловленная активными факторами регуляции сосудистого тонуса с возрастанием температуры (гистограмма 1) или уменьшением (гистограмма 2) связанное с тем, что при отсутствии патологических изменений сердечно-сосудистой системы и, в частности, микроциркуляторного русла, наблюдается частичное ослабление капиллярного кровотока и общее снижение кровотока микроциркуляторного русла при тепловой термической нагрузке. Уменьшение амплитуд составляющих спектра обусловлено увеличением посткапиллярного давления, что приводит к вазоконстрикции мелких артериол и прекапилляров сфинктеров, что является естественной биологической реакцией на температурные изменения. Это позволяет воздействию высокой температуры провоцировать расширение сосудов и устанавливать тонус стенок кровеносных русел на уровне высокого значения. Низким температурам провоцировать сужение сосудов и устанавливать тонус стенок кровеносных русел на уровне низкого значения, что видно на гистограмме 2.

На гистограмме 1, видно, что у испытуемых №1,3,11,12, которые относятся к группе спортсменов, наблюдается слабая или нестандартная реакция как на тепловую пробу, так и на холодовую пробу, при этом у них не выявлено отклонений в работе вегетативной нервной системы

На гистограммах видно, что у людей старшей возрастной группы, в ответ на нагрев или охлаждение не происходит сильных изменений активных факторов регуляции, что свидетельствует о неадекватной реакции нейрогенной системы на термическую нагрузку. Из результатов, представленных на гистограмме 1 и гистограмме 2. следует, что у пациентов №2,5, у которых полиэтиологический синдром диагностирован, произошел сбой функционирования механизмов регуляции микроциркуляторного русла из-за чего наблюдается аномальная реакция на тепловую и холодовую нагрузку.

Заключение

Подводя итоги данной дипломной работы, можно сказать, что поставленная цель, а именно - *исследование характера температурной реакции верхних конечностей на тепловую и холодовую пробу с помощью лазерной доплеровской флоуметрии.* – была достигнута, в результате решения следующих задач:

1. *Проанализировать состояние современной литературы, посвящённой исследованиям в области использования лазерной доплеровской флоуметрии при исследовании характера температурной реакции верхних конечностей на тепловую и холодовую пробы.*
2. *Провести эксперимент, в ходе которого осуществить холодовую и тепловую пробы, при регистрации происходящих изменений микроциркуляторного русла лазерным доплеровским флоуметром.*
3. *Обработать полученные экспериментальным путём данные.*

В ходе выполнения бакалаврской работы были исследованы методы функциональной диагностики кровотока микроциркуляционного русла с помощью лазерного доплеровского флоуметра. Это позволило оценить характер и особенности изменений микроциркуляторного русла при проведении тепловой и холодовой пробы.

При анализе результатов, полученных в ходе эксперимента, было определено, что в группе добровольцев старшей возрастной группы реакция на термические пробы не носит активного характера, в отличие от группы добровольцев из группы №1 (18-30 лет)

У испытуемых №1,3,11,12, которые относятся к группе спортсменов, наблюдается слабая или нестандартная реакция как на тепловую пробу, так и на холодовую пробу, при этом у них не выявлено отклонений в работе вегетативной нервной системы.

Полученные результаты хорошо согласуются с теоретическими клиническими предположениями .

Список использованной литературы

1. Крупаткин А. И., Сидоров В. В. Функциональная диагностика состояния микроциркуляторно-тканевых систем: колебания, информация, нелинейность: рук-во для врачей. М.: ЛИБРОКОМ, 2013г 543 с
2. Andrew T. Del Pozzi, James T. Miller, Gary J. Hodges, The effect of heating rate on the cutaneous vasomotion responses of forearm and leg skin in humans // *Microvascular Research*, 2016, Vol.105, P. 77-84.
3. И.А. Мизева, Д.В. Ветрова ПОВЕДЕНИЕ ПУЛЬСАЦИЙ КОЖНОГО КРОВОТОКА ПРИ ЛОКАЛЬНОМ НАГРЕВЕ ПОВЕРХНОСТИ КОЖИ // *Российский журнал биомеханики*. 2014. Т. 18, № 4: 513–521/
4. Зубарева Н. А., Подтаев С. Ю., Паршаков А. А. Диагностика нарушений вазодилатации микрососудов кожи у больных с синдромом диабетической стопы при проведении локальной тепловой пробы // *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2015 № 3 (55). С. 27–33.
5. Иваницкий Г. Р. Современное матричное теплоизмерение в биомедицине // *Успехи физ. наук*. 2006 Т. 176 № 12 С. 1293–1320,
6. Коняева Т. Н., Красников Г. В., Пискунова Г. М и др. Тепловая проба с линейно нарастающей температурой нагрева в исследованиях механизмов регуляции системы микроциркуляции кожи человека // Вестн. новых мед. технол. 2002 Т. IX. № 4 С. 89–91.
7. Зайчик А. Ш., Чурилов Л. П. Основы общей патологии. Часть 1. Основы общей патофизиологии. - СПб. ЭЛБИ, 1999. 624 с.
8. Подтаев С. Ю., Попов А. В., Морозов М. К., Фрик П. Г. Исследование микроциркуляции крови с помощью вейвлет-анализа колебаний температуры кожи // *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2009 № 8 (3). С. 14–20,
9. Сагайдачный А. А., Скрипаль А. В., Фомин А. В., Усанов Д. А. Восстановление спектра колебаний кровотока из спектра колебаний температуры пальцев рук, дисперсия температурного сигнала в биоткани // *Регионарное кровообращение и микроциркуляция*. 2013 № 1 С. 76–82.

- 10 Балашова, В.Ф. Физиология человека: тестовый контроль знаний: Методическое пособие / В.Ф. Балашова. - М.: Физ. культура, 2007. - 128 с.
- 11 Сай, Ю.В. Анатомия и физиология человека. Словарь терминов и понятий: Учебное пособие / Ю.В. Сай, Н.М. Кузнецова. - СПб.: Лань, 2019.
- 12 Киякбаев Г. К. Аритмии сердца. Основы электрофизиологии, диагностика, лечение и современные рекомендации / Г. К. Киякбаев; под ред. В. С. Моисеева. -М. : ГЭОТАР-Медиа, 2014. -240 с.
- 13 Медицинская экспертиза: экспертиза временной нетрудоспособности, медико-социальная, военно-врачебная [Электронный ресурс] / Старовойтова И.М., Саркисов К.А., Потехин Н.П. -2-е изд., перераб. и доп. -М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. -688 с. -Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru>
- 14 Моисеев В.С.Кардиомиопатии и миокардиты [Электронный ресурс] : руководство / Моисеев В.С., Киякбаев Г.К. -М. : ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 352 с. : ил.-(Библиотека врача-специалиста). -Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/ru/book/ISBN9785970425619.html>.
- 15 Неотложная помощь в терапии и кардиологии [Электронный ресурс] / под ред. Ю.И. Гринштейна. -М. : ГЭОТАР-Медиа, 2009. -224 с.: ил. - Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/cgi-bin/mb4>.
- 16 Нормативные параметры ЭКГ у детей и подростков / под ред. М. А. Школьниковой, И. М. Миклашевич, Л. А. Калинина ; [авт. кол.: М. А. Школькова, И. М. Миклашевич, Л. А. Калинин и др.]; Всерос. обществ. орг-ция "Ассоц. дет. кардиологов России" . -М. , 2010 . -232 с.