

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.  
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра медицинской физики

**Тема: Многократная окклюзия как метод улучшения  
микроциркуляторной функции и его портативная реализация**

**АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ**

студентки 4 курса 451 группы

направления \_\_\_\_\_ 03.03.02 «Физика» \_\_\_\_\_

код и наименование направления

\_\_\_\_\_ факультета нано- и биомедицинских технологий \_\_\_\_\_

наименование факультета

\_\_\_\_\_ Чулиной Светланы Сергеевны \_\_\_\_\_

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

к.ф.-м.н., доцент

\_\_\_\_\_ должность, уч. степень, уч. звание

А.А.Сагайдачный

\_\_\_\_\_ подпись, дата

\_\_\_\_\_ инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

д.ф.-м.н., профессор

\_\_\_\_\_ должность, уч. степень, уч. звание

А.В. Скрипаль

\_\_\_\_\_ подпись, дата

\_\_\_\_\_ инициалы, фамилия

Саратов 2020

## **Введение**

За последние время было открыто не мало методов, улучшающих микроциркуляторную функцию. Ведь микроциркуляция в широком смысле этого слова не только кровотоков и лимфоток в микрососудах, но и обменные процессы а также внесосудистый транспорт питательных веществ и различных клеток. Поэтому вопрос улучшения микроциркуляторной функции остается открытым и на сегодняшний день, в результате чего есть острая необходимость разработки дополнительных рекомендаций по совершенствованию работы в этой сфере.

### **Актуальность темы:**

В качестве метода улучшения микроциркуляторной функции выбрана многократная артерио-венозная окклюзия. Предметом дипломной работы являются устройства и приборы, реализующие окклюзию для достижения необходимых результатов. Научная новизна практической части заключается в подходе к решению задачи, поставленной для изучения реакции организма человека на многократную окклюзию. Портативная реализация многократной окклюзии и регистрация температурной динамики конечностей будет осуществляться при наличии необходимых устройств, реализующих окклюзию, измерительного прибора такого как тепловизор. Это позволит понять насколько эффективен данный метод и к какой категории людей его можно будет применять.

### **Цели и задачи работы:**

Главными задачами данного дипломного проекта является мониторинг новейших разработок в сфере медицинской техники и устройств, портативно реализующих многократную окклюзию с целью улучшения микроциркуляции сосудистого русла, а также разработка устройства, улучшающего микроциркуляцию сосудов, анализ данных, полученных при исследовании динамики температуры во время проведения многократной окклюзии у испытуемых.

Таким образом, цель работы состоит в исследовании влияния многократной окклюзии, как метода улучшения микроциркуляторной функции организма человека, и разработка портативного устройства, реализующего данный метод.

Теоретическая база исследований сформирована публикациями и работами, посвященными темам синтеза электронных медицинских устройств и организма человека, влияние многократной окклюзии на микроциркуляцию а также новейшие разработки в области портативной медицинской техники.

Структура и объем работы: по своей структуре работа состоит из введения, определений, обозначений и сокращений, 5 глав, заключения и списка используемых источников. Работа изложена на 48-и страницах машинописного текста, содержит 23 рисунков и список литературы из 26-ти наименований.

Основное содержание работы:

Во *введении* обосновывается актуальность выбранной темы и решаемых задач, а также формулируются цель и задачи исследования.

В *первой главе* рассматривается влияние многократной окклюзии на микроциркуляцию а также примеры синтеза электронных медицинских устройств и организма человека.

Контакт электронных устройств с телом человека позволяет использовать разность температуры тела и окружающей среды для «выработки» энергии питания данных устройств. Такие устройства как Dyson Energy и Matrix способны заряжать небольшой аккумулятор от тела человека. При этом устройство не будет нуждаться в подзарядке, поэтому появится возможность осуществлять непрерывный мониторинг различных параметров таких как пульс или давление, например, в режиме 24/7.

Был изучен опыт, в котором проводили измерения в области кисти с целью изучения влияния многократной окклюзии на микроциркуляцию. В эксперименте принимали участие 6 добровольцев мужского пола. В помещении с постоянной температурой воздуха 20-22 °С регистрировали динамику температур на тыльной поверхности обеих кистей в 54 экспериментах с помощью матричного тепловизора. В процессе исследования испытуемые принимали положение сидя на стуле, кисти рук устанавливали на термоизолирующую сетку. После 5 минут адаптации в экспериментальном положении кистей регистрировали термофильм. На протяжении всех 20 экспериментов проводили измерения показателей микроциркуляции с помощью лазерного доплеровского флоуметра. Температурные данные оценивали на тыльной поверхности кистей (Рис. 1).

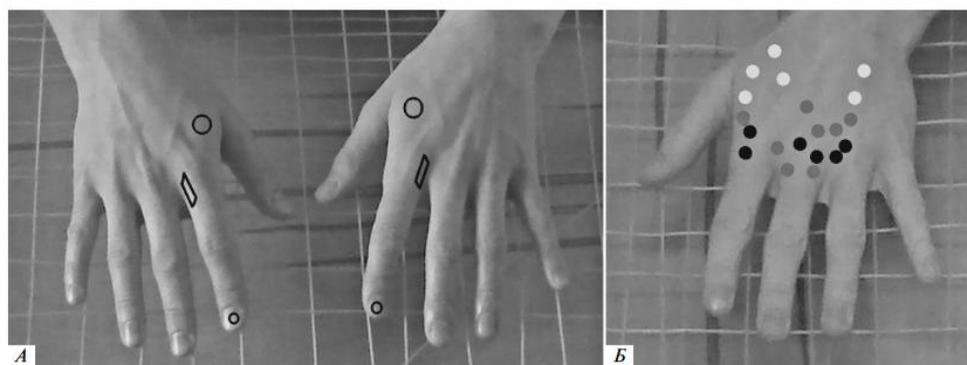


Рис. 1 Схемы зон измерений температуры на кистях. А: ногтевая фаланга 2 пальца, проекция пальцевой артерии во 2-м межпальцевом промежутке, 1-й межпальцевой промежуток (“табакерка”). Стрелки – уровень наложения жгута.

На рисунке 2 представлена динамика температуры на этапах эксперимента (фон, пережатие, восстановление) на тыльной (линия с квадратами) и ладонной (линия с кругами) сторонах ногтевой фаланги 2-го пальца при 10-минутной окклюзии.

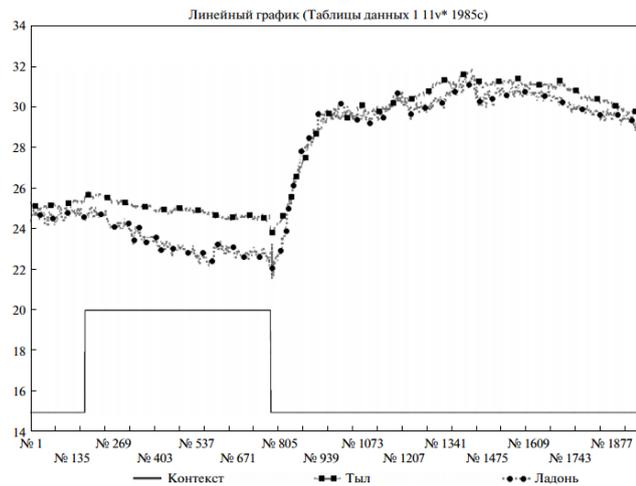


Рис. 2 Динамика температуры на этапах эксперимента По оси абсцисс – номера кадров (частота съема данных 1 Гц); по оси ординат – температура, °С. Внизу – отметка этапов эксперимента.

На этапе восстановления видно, что температура возросла - это говорит о том, что кровенаполнение улучшилось и, соответственно микроциркуляция тоже.

Во *второй главе* уделили внимание новейшим разработкам в области портативной медицинской техники.

Инновации в сфере медицинских технологий обеспечивают новыми методами диагностики, профилактики а также контроля заболеваний и новую технику, благодаря которой происходит отслеживание и лечение различных заболеваний. А ещё инновации медицинских технологий способствуют расширению базы знаний и внесению изменений в применяемые в данный момент устройства для более эффективного удовлетворения бесконечно меняющихся потребностей.

В *третьей главе* рассматриваются варианты портативной реализации метода контроля микроциркуляторной реакции на окклюзию.

Такое устройство как AutoRIC дает возможность проводить многократную окклюзию. Этот прибор обеспечивает защиту сердца и запускает защитный механизм, благодаря которому клетки организма выдерживают кислородное голодание.

Устройство AutoRIC уменьшает масштаб инфаркта на 17-31%, что подтверждается множественными клиническими испытаниями, проведенными при оказании неотложной медицинской помощи и с госпитализированными больными, число которых составило 1676 человек.

В этой главе даётся описание часам Microwear X12, с помощью которых можно измерять артериальное давление, контролировать уровень кислорода в крови и делать ЭКГ. Оснащение часов Microwear X12 позволяет отслеживать множество спортивных режимов, оценивать качество сна, контролировать количество пройденных шагов, израсходованных калорий, расстояние, частоту пульса. Также поддерживаются уведомления о звонках и сообщениях, есть будильник, напоминания, прогноз погоды, управление камерой и музыкой смартфона. Данное устройство измеряет давление благодаря методу Марея.

В *четвертой главе* анализируется динамика температуры во время проведения многократной окклюзии.

Для анализа реакции организма на многократную окклюзию использовался такой параметр как температура фаланг пальцев. Первичные температурные данные записывались с помощью тепловизионной камеры. Измерения выполнялись в лабораторных условиях при стабильной температуре 23°C и отсутствием фиксированной конвекции.

Общая длительность тепловизионной записи составляла 35 минут. Окклюзия конечности области плеча проводилась 3 раза. Были получены следующие результаты.



Рис.3 Динамика температуры левой и правой рук испытуемого 1. Участки графиков с синхронной динамикой температуры обведены серой линией.

С 1 по 5 минуту происходит синхронная динамика температуры в левой и правой руках, которая вызвана колебаниями кровотока. С 5-й минуты, когда была создана окклюзия – происходит спад температуры.

Динамика температуры на левой руке сохраняется а на правой происходит монотонное снижение температуры.

В постокклюзионный период наблюдается рассинхронизация динамики температуры на обеих руках, через 2 минуты после снятия окклюзии синхронность колебаний восстанавливается, что свидетельствует о восстановлении тонуса сосудов на руке, подверженной окклюзии.



Рис. 4 Динамика температуры левой и правой рук испытуемого 2.



Рис. 5 Динамика температуры левой и правой рук испытуемого 3.

В первом и в третьем случаях, анализ сигналов во время снятия окклюзии демонстрирует, что на свободной руке температура повышается синхронно с динамикой температуры на руке, подверженной окклюзии. Это значит, что окклюзионная проба приводит к изменению тонуса сосудов в зоне, удаленной от места окклюзии. Таким образом, у данных испытуемых окклюзионная проба может применяться для тренировки устойчивости сосудов к периоду ишемии.

В *пятой главе* рассматривается проект устройства, улучшающего микроциркуляторную функцию.

В качестве такого устройства могут быть перчатки, оснащенные съёмными датчиками, выполняющими функции измерителей температуры и давления, подключенные к корпусу с дисплеем на который выводится необходимая информация. С внутренней стороны они имеют рельефную поверхность с выпуклыми участками, которая оказывает стимулирующее воздействие на кожу и сосуды посредством вращения и слабой вибрации, а также аппаратно-программный комплекс, проводящий пальцевую фотоплетизмографию с задействованием концевой фаланги кисти. Данная процедура улучшает кровообращение, устраняет закупорку сосудов, расслабляет мышцы, ускоряет ток крови, позволяет получить максимум информации о

микроциркуляторном русле а также воздействует на активные точки кистей рук и обладает расслабляющим массажным эффектом.

### **Заключение**

Таким образом, в данной работе проведен обзор новых портативных разработок в сфере медицинской техники;

Проведен теоретический и экспериментальный анализ реакции конечности на многократную окклюзию в результате которого было установлено: анализ сигналов во время снятия окклюзии демонстрирует, что на свободной руке температура повышается синхронно с динамикой температуры на руке, подверженной окклюзии. Это значит, что окклюзионная проба приводит к изменению тонуса сосудов в зоне, удаленной от места окклюзии. Таким образом у человека окклюзионная проба может применяться для тренировки устойчивости сосудов к периоду ишемии;

Разработано многофункциональное устройство, способное контролировать фотоплетизмограмму, улучшать микроциркуляцию сосудистого русла, измерять температуру тела и давление;

Динамика температуры участков кожи при многократной локальной артериовенозной окклюзии отражает адаптационно-компенсаторные ресурсы системы регуляции периферического кровообращения. Сочетание методов тепловидения и термографии обеспечивает возможность исследования связи между структурой термопаттерна и динамикой микроциркуляции с высоким разрешением по пространственным, временным и амплитудным параметрам. Выявлено усиление внутрикожного кровотока при многократной периодической односторонней артериовенозной окклюзии, что, наряду с другими способами, может быть использовано в клинике для профилактики нарушений периферической микроциркуляции при различных патологических состояниях. Очевидно, что перспектива подобных исследований включает в себя расширение спектра контекстов как в

отношении варьирования параметров стимуляции (длительность и частота окклюзионных проб) и объектов (разные пальцы рук и ног, а также дистальные сегменты конечностей и их сочетание), так и в отношении измеряемых функциональных и морфоанатомических характеристик, на которые влияет применяемое воздействие.

Также проведенная работа позволяет сделать вывод, что последние разработки в области медицинской техники обеспечивают новыми методами диагностики, профилактики а также контроля заболеваний и новой техникой, благодаря которой происходит отслеживание и лечение различных заболеваний. Ведь новые разработки способствуют расширению базы знаний и внесению изменений в применяемые в данный момент устройства для более эффективного удовлетворения бесконечно меняющихся потребностей.

В результате проведенного исследования поставленные цели были успешно достигнуты. Наша работа позволяет сделать вывод о том, что многократная окклюзия является методом улучшения микроциркуляторной функции и достигается этот эффект за относительно небольшой временной отрезок, а прогресс в области медицинских технологии продолжает расти и развиваться, что играет огромную роль в жизни людей.