

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.  
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

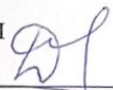
Кафедра медицинской физики

Измерение жесткости сосудов плечевой артерии до и после физической  
нагрузки

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

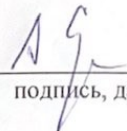
студента 4 курса 4021 группы  
направления 03.03.02 «Физика»  
Института физики  
Милютин Борис Александрович

Научный руководитель  
доцент кафедры медицинской физики  
к.ф.-м.н.

  
\_\_\_\_\_ подпись, дата

С. Ю. Добдин

Зав. кафедрой  
д.ф.-м.н., профессор

  
\_\_\_\_\_ подпись, дата 17.06.24

А.В. Скрипаль

Саратов 2024

**Введение.** Настоящая бакалаврская работа посвящена исследованию

Вот несколько аспектов, которые могут быть рассмотрены в таком исследовании:

1. Изменения в жесткости сосудов: Измерение жесткости сосудов до и после физической нагрузки может помочь определить, как изменяется уровень жесткости артерий в ответ на упражнения. Это может дать представление о том, как физическая активность влияет на эластичность сосудов.

2. Влияние на сердечно-сосудистую систему: Исследование может помочь понять, как физическая нагрузка влияет на работу сердечно-сосудистой системы в целом, включая реакцию сосудов на увеличение кровотока и потребности тканей в кислороде.

3. Оценка риска сердечно-сосудистых заболеваний: Изучение изменений в жесткости сосудов до и после физической нагрузки может помочь в оценке риска развития сердечно-сосудистых заболеваний у лиц с разным уровнем физической активности.

4. Эффективность тренировок: Исследование может также помочь определить, какие типы физической активности оказывают наибольшее воздействие на жесткость сосудов, что может быть полезно при разработке программ тренировок для улучшения здоровья сердечно-сосудистой системы.

Такие исследования могут дать ценные данные о влиянии физической активности на состояние сосудов и помочь в разработке рекомендаций по поддержанию здоровья сердечно-сосудистой системы.

**Актуальность** работы заключается в пользе для научных исследований, направленных на изучение влияния физической активности на здоровье сердечно-сосудистой системы.

**Целью бакалаврской работы** является разработка метода, позволяющего регистрировать и анализировать жесткость сосудов плечевой артерии до и после физической нагрузки.

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы были выполнены

следующие задачи:

1. Проведён критический анализ существующих методов регистрации и анализа пульсовой волны;
2. Разработан метод регистрации и анализа формы пульсовой волны плечевой артерии до и после физической нагрузки;
3. Проведены экспериментальные исследования регистрации и анализа формы пульсовой волны плечевой артерии до и после проведения физической нагрузки на группе испытуемых.

**Благодарности:** Автор выражает благодарность Саратовскому национальному исследовательскому государственному университету имени Н.Г. Чернышевского», научному руководителю С. Ю. Добдину за постановку задач, помощь при анализе и полезные обсуждения

**Структура и объём работы.** Бакалаврская работа состоит из введения, 5 разделов, заключения и списка используемых источников, включающего 31 наименование. Работа изложена на 38 листах машинописного текста, содержит 8 рисунков.

**Основное содержание работы.** Во введении обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цели и задачи работы, показана научная новизна и практическая значимость результатов.

**Первый раздел** включает в себя основные особенности строения сердечно-сосудистой системы человека:

1. Сердце: Центральный орган системы, состоящий из четырех полостей: левого и правого предсердий и левого и правого желудочков. Сердце отвечает за перекачивание крови по всему организму.

2. Артерии: Это крупные кровеносные сосуды, которые отводят кровь от сердца к остальным частям тела. Они имеют толстые стенки, способные выдерживать высокое давление, и располагаются ближе к сердцу.

3. Вены: Вены отвечают за возвращение крови обратно к сердцу. Они имеют клапаны, которые помогают предотвратить обратное течение крови.

4. Капилляры: Это мельчайшие сосуды, через которые происходит газообмен и обмен веществ между кровью и тканями организма. Капилляры пронизывают все органы и ткани.

5. Клапаны: В сердце и венах находятся клапаны, которые регулируют направление потока крови и предотвращают обратное течение.

6. Миокард: Это мышечная ткань сердца, которая обеспечивает его сокращение и перекачивание крови.

7. Эндотелий: Внутренний слой всех сосудов, который обеспечивает плавное движение крови и участвует в регуляции диаметра сосудов.

Эти особенности взаимодействуют, чтобы обеспечить эффективное кровообращение и доставку кислорода и питательных веществ по всему организму.

**Второй раздел** включает в себя понятие о пульсовой волне и процессе её формировании. Пульсовая волна представляет собой волну расширения и сжатия, которая проходит по артериям в результате сокращения сердца. Эта волна передается по стенкам артерий, вызывая их расширение и сокращение. Формирование пульсовой волны связано с процессом сердечного цикла и свойствами артерий.

Процесс формирования пульсовой волны выглядит следующим образом:

1. Систола: Во время систолы (фаза сокращения) левый желудочек сердца выталкивает кровь в аорту. Это создает волну давления, которая распространяется по стенкам артерий.

2. Эластичность артерий: Артерии обладают эластичными стенками, которые способны растягиваться под действием пульсовой волны. Когда сердце сокращается, артерии расширяются, чтобы принять большее количество крови, а затем сжимаются, чтобы продвинуть кровь дальше по сосудам.

3. Передача волны: Пульсовая волна передается от места систолы (обычно левый желудочек) по всем артериям, достигая периферических сосудов.

4. Измерение пульса: При измерении пульса мы фактически ощущаем эту

пульсовую волну, вызванную сокращением сердца, на определенных точках тела, обычно на запястье или на шее.

Формирование пульсовой волны связано с функцией сердца, эластичностью артерий и периферическими сосудами. Понимание этого процесса имеет важное значение для диагностики состояния сердечно-сосудистой системы и оценки общего здоровья.

**Третий раздел** включает в себя несколько эффективных методов регистрации пульсовых волн:

Доплерография - это метод исследования, который использует эффект Доплера для измерения скорости движения объектов, таких как кровь в сосудах. Этот метод позволяет врачам оценить кровоток и обнаруживать любые отклонения от нормы.

Плетизмография - это метод исследования, который используется для оценки изменений объема тканей или органов. Основным принципом плетизмографии является измерение изменений объема (плетизмограмма) в ответ на изменения внешних условий или физиологических процессов.

Осциллометрический метод - это метод измерения артериального давления, который основан на анализе колебаний давления в артериях. Этот метод обычно используется для автоматического измерения артериального давления с помощью электронных тонометров.

Фотоплетизмографический метод (или фотоплетизмография) используется для измерения пульса и изменений объема крови в периферических сосудах. Он основан на поглощении тканями или пропускании света через ткани с последующим измерением изменений интенсивности света, отраженного от или пропущенного через ткани.

**Четвёртый раздел** включает в себя клиническое значение измерения жесткости сосудов. Оно может служить индикатором сердечно-сосудистого здоровья и предсказывать риск развития сердечно-сосудистых заболеваний. Вот несколько ключевых моментов, связанных с клиническим значением измерения

жесткости сосудов:

1. Риск сердечно-сосудистых заболеваний: Увеличение жесткости артерий связано с увеличением риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, таких как артериальная гипертензия, инсульт, инфаркт миокарда и другие заболевания.

2. Прогнозирование риска: Измерение жесткости сосудов может помочь в оценке общего риска развития сердечно-сосудистых заболеваний у пациента, что позволяет проводить профилактические мероприятия и лечение.

3. Мониторинг эффективности лечения: Изменения в жесткости сосудов могут служить показателем эффективности лечения гипертонии и других сердечно-сосудистых заболеваний.

4. Оценка степени атеросклероза: Жесткость сосудов может быть связана с наличием и прогрессированием атеросклероза, поэтому измерение этого параметра помогает в оценке степени поражения артерий.

Измерение жесткости сосудов проводится с использованием различных методов, включая артериальную тонометрию, ультразвуковую доплерографию и другие техники. Полученные данные помогают врачам более полноценно оценить состояние сердечно-сосудистой системы пациента и принимать соответствующие меры для поддержания или восстановления его здоровья.

**Пятый раздел** включает в себя все данные и результаты исследования.

Максимальное значение скорости распространения пульсовой волны и напряжения стенок сосудов до физической нагрузки составило 5.22 м/с и 82605.003 Па соответственно. После нагрузки - 10.26 м/с и 319008.864 Па. Минимальное значение до нагрузки 3.98 м/с и 48099.697 Па. После – 4.47 м/с и 60546.456 Па. У всех 6 испытуемых показатели находятся в пределах нормы. Такое явление можно объяснить отсутствием значительных патологий. Также на результат могли повлиять такие факторы как погрешность измерения, нервное напряжение и движения испытуемых.

В **заключении** выпускной квалификационной работы были выполнены следующие задачи:

1. Проведён критический анализ существующих методов регистрации и анализа пульсовой волны;
2. Разработан метод регистрации и анализа формы пульсовой волны плечевой артерии до и после физической нагрузки;
3. Проведены экспериментальные исследования регистрации и анализа формы пульсовой волны плечевой артерии до и после проведения физической нагрузки на группе испытуемых.

### **Список использованных источников**

1. Аксёнов Е.Т., Мокрова Д.В., Кафидова Г.А. Дифференциальный оптический спекл-датчик формы пульсовой волны // Биомедицинская радиоэлектроника. 2011. № 2. С. 60-64.
  2. Амосова Е.Н. Клиническая кардиология. - Киев: Здоровья, 1998. - Т.1. - 704 с.
  3. Анастасия Николаевна Маркина, Александр Александрович Федотов. Спектральный метод обработки фотоплетизмограмм для скрининга атеросклероза // Журнал биомедицинской фотоники и инженерии. 2015. №2. С.1-5.
  4. Анатомия. Виртуальный класс. Строение человека. Яз. рус.
  5. Валтнерис А.Д. Сфигмография при гемодинамических измерениях в организме. Риж. мед. ин-т.- Рига: "Зинатне", 1976. 166 с.
- Драпкина О.М., Дикур О.Н., Ашихмин Я.И., Парфенов А.С., Ивашкин В.Т. Эндотелиальная функция у пациентов с артериальной гипертензией высокого риска // Артериальная гипертензия. 2010. Т.16, №2. С.156-163.

6. Илюхин О.В., Лопатин Ю.М. Скорость распространения пульсовой волны и эластические свойства магистральных артерий: факторы, влияющие на их механические свойства, возможности диагностической оценки. // Вестник ВолГМУ. - 2006. - №17. - С.3-8.
7. Илюхин О.В., Лопатин Ю.М. Скорость распространения пульсовой волны и эластические свойства магистральных артерий: факторы, влияющие на их механические свойства, возможности диагностической оценки. // Вестник ВолГМУ. - 2006. - №17. - С.3-8.
8. Малиновский Е.Л. Учебно-методическое пособие по использованию пальцевой фотоплетизмографии. // Корпорация "Токран"[сайт]. URL: [http://www.tokranmed.ru/metod/fpg\\_metod.htm](http://www.tokranmed.ru/metod/fpg_metod.htm) (дата обращения: 17.04.2013).
9. Мейгес К., Хиурикус Х., Каттай Р., Ласс Дж. Самосмешивание в диодном лазере как метод диагностики сердечно-сосудистой системы // Журнал биомедицины и оптики. 2003. Том 8. № 1. С. 152-160.