

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

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ДИНАМИКИ СКОРОСТИ КРОВОТОКА В  
ЛУЧЕВОЙ АРТЕРИИ  
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ОККЛЮЗИОННОЙ ПРОБЫ АВТО  
РЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 462 группы

направления 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии»

факультета nano- и биомедицинских технологий

Миронов Антон Андреевич

Научный руководитель  
доцент к.ф.-м.н

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

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

Сагайдачный А.А

\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

Зав. кафедрой  
д.ф.-м.н профессор

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

\_\_\_\_\_  
подпись, дата

Скрипаль А.В.

\_\_\_\_\_  
инициалы, фамилия

Саратов 2017

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность темы:** В медицине, в настоящее время наблюдается рост интереса к оценке состояния и функций периферической сосудистой системы с использованием окклюзионной пробы и других различных методов диагностики эндотелия сосудов. Суть именно окклюзионной пробы заключается в провокации сосудистых реакций посредством кратковременной блокировки венозного и/или артериального кровотока конечности манжетой тонометра и развитием реактивной гиперемии после снятия окклюзии .

Возрастание интереса к изучению реакции на окклюзионную пробу обусловлено наличием перспектив использования данного теста не только в качестве процедуры для выявления дисфункции эндотелия, являющейся предвестником развития атеросклероза, но и других заболеваний, таких как склонность к тромбообразованию. В связи с этим в современной литературе начинается перевыпуск научных и медицинских книг о физиологии человека, что в свою очередь открывает возможность к инновациям в диагностических тестах, в нашем случае окклюзионной пробы.

Допустим если рассматривать тест на окклюзионную пробу, то нужно учитывать, что частота сердечных сокращений может непосредственно воздействовать на функцию эндотелия сосудов , в частности, через механизм сдвиговых напряжений . Это утверждение следует исследовать, причём у людей с разным давлением и частотой сердцебиения. Замеры в этом исследовании следует проводить между покоем частоты сердечных сокращений и обоими сдвигами эндотелиальной функцией, а так же фиксировать на протяжении всего эксперимента изменение скорости кровотока. Именно это рассматривается в работе. Данный метод может быть применён в медицине для диагностики нарушения сердечно сосудистой системы, общего кровотока, систем физиологической регуляции и эндотелия сосудов.

**Цель бакалаврской работы** – Определить закономерности динамики скорости кровотока при проведении окклюзионной пробы в группе нормальных испытуемых\_Поставленная цель определила

Для выполнения работы ставились **следующие задачи:**

1. Провести критический анализ литературы на тему: «Функциональное состояние эндотелия»
2. Оценить состояние механизмов регуляции тканевого кровотока, а также общее функциональное состояние микроциркуляторного русла методом доплерографии.
3. Проанализировать реакцию лучевой артерии на окклюзионную пробу у группы здоровых испытуемых .
4. Изучить динамику максимальной скорости кровотока в лучевой артерии.

**Структура и объём работы.** Бакалаврская работа состоит из введения, 3 основных разделов и 10 подразделов, заключения и списка использованных источников. Общий объем работы – 40 страниц, из них 32 страниц – основное содержание, включая 22 рисунка и 0 таблиц, цифровой носитель в качестве приложения, список использованных источников информации – 19 наименований.

## КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

«Физиология человека и Эффект Допплера». этот раздел посвящён объяснению важности понимания строения человека и соответственно физическим явлениям во время проведения эксперимента, .Если говорить более конкретно то в нём описывается строение лучевой артерии , методика проведения теста на окклюзионную пробу, строение эндотелия и его функции,и суть эффекта доплера.

Физиология - это дисциплина о жизнедеятельности целого организма и единичных его элементов: клеток, материалов, органов, функциональных построений. Физиология старается обнаружить механизмы реализации функций живого организма, их взаимосвязь между собой, регуляцию и адаптацию к окружающей сфере, происхождение и формирование в ходе развития и личного становления особи [1].

Лучевая артерия -начинается на первых трёх сантиметрах дистальной щели плечелучевого сустава и продолжает путь плечевой артерии. Сначала лучевая артерия находится между круглым пронатором и плечелучевой мышцей, а в нижней трети предплечья укрыта только фасцией и кожей, поэтому здесь имеется самая лёгкая возможность прощупать ее пульсацию. .[2]

Тест на окклюзионную пробу - это простой неинвазивный анализ. Во время которого выполняется абсолютное пережатие артерии на выбранной конечности испытуемого на несколько минут. В ответ на окклюзию, после освобождения конечности от пережатия, происходят изменения в кровотоке конечности ,что после диагностируется опытным врачом или научным исследователем.[3]

Эндотелий – однослойный пласт плоских клеток, выстилающих внутреннюю плоскость кровеносных и лимфатических сосудов, и полостей сердца. [5]

Эффект.доплера.—

изменение частот,соответственно, длины волны излучения, воспринимаемое наблюдателем (приёмником), вследствие движения источника излучения и/или движения наблюдателя (приёмника). Эффект назван в честь австрийского физика Кристиана Доплера. [15]

Ультразвук – звуковые волны имеющие частоту выше воспринимаемых человеческим ухом, обычно, под ультразвуком понимают частоты выше 20 000 герц .[16]

Именно Это краткое описание основных понятий дает возможность неполноценно оценивать проведённое исследование.

**«Метод проведения исследования»** При проведении исследования, мы использовали программное устройство к аппаратуре под названием «Сономед 300М». В ходе работы были произведены замеры при помощи одного из датчиков с частотой 8 МГц. Людей, принимающих участие в эксперименте, было шесть. Три женского пола от 18 до 22 лет, три мужского пола от 18 до 22 лет.

Датчик был установлен на штатив под углом в 45 градусов и плотно зафиксирован при помощи подручных инструментов в этом положении. Высота регулировалась исключительно за счёт штатива на котором находилось устройство, как собственно и угол поворота по горизонтальной оси координат. Участник\ца эксперимента находился в состоянии покоя. Также его\её левая рука были закреплены и обездвижены на время проведения исследования. Никакого вреда и дискомфорта испытуемые не чувствовали, а так же дали письменное согласие на своё участие в эксперименте.

Эта работа имела следующий порядок выполнения. Экран компьютера фиксировался при помощи программы «iSpring Free Cam 8». В то же время участник сидел молча и не двигаясь с зафиксированным датчиком с частотой 8 МГц подведённому к лучевой артерии левой руки, основанном на эффекте доплера, первые 3 минуты до окклюзионной пробы. После чего заранее надетый манжет при помощи механического надувания имел свойство прекращать кровоток в конечности, именно в этом состоянии испытуемый находился 2 минуты. Следом шёл завершающий этап эксперимента, а именно 3 минуты постокклюзионного состояния. Таким образом было проведено шесть работ.

На этом рисунке показано доокклюзионное состояние лучевой артерии, первого из принявших участие в мероприятии. Можно заметить, что у нас имеется сильнопульсирующая форма доплеровского сигнала, которая обладает высокими, узкими и острыми систолическими пиками и обратный

или отсутствующий потоком в диастолу (высокая сопротивляемость кровотоку). За острым систолическим пиком следует короткий обратный поток и затем короткий прямой поток [19].

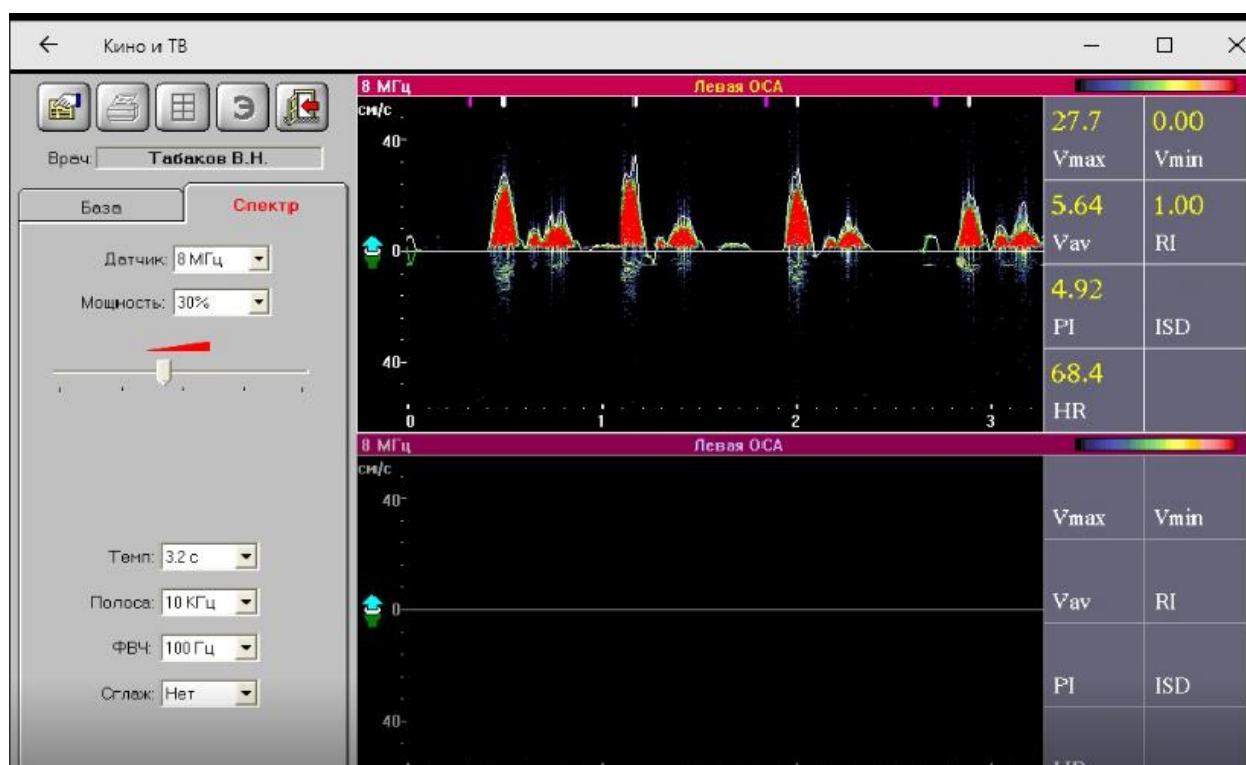


Рис.1 Сильнопульсирующая форма доплеровского сигнала в доокклюзионной фазе.

После проведённых экспериментов, научные данные которые мы получили, стали обрабатываться в программе «Mathcad 14». При замерах течения кровотока бралось среднее значение максимальной скорости красных телец у участника за каждые 3,5 секунды (за это время сердце билось от 4 до 6 раз). Данные полученные за 8 минут были занесены в отдельный документ формата .txt. При проведении дальнейшей диагностики результатов мы создали специальную программу в виде определённой формулы. Она имела задачу брать данные из первого столбца документ формата .txt( максимальной скорости крови) и строить при помощи внутренних манипуляций график зависимости времени по оси X от скорости по оси Y. Данные которые мы получили по испытуемому номер два приведены ниже.



Рис. 2 График зависимости скорости кровотока от времени второго испытуемого.

После обработанных данных по всем шести людям, имело смысл внести инновационную формулу которая высчитывала диаметр просвета лучевой артерии до и после теста на окклюзионную пробу. Будит правильным следующее утверждение. В связи с ростом скорости кровотока, должен пропорционально уменьшаться диаметр лучевой артерии, что в свою очередь приведёт к увеличению давления в сосуде.



Рис.3.1. график изменения диаметра сосуда у второго участника.

d1 - диаметр лучевой артерии первого испытуемого

3.14 - число «П»

200- амплитудный коэффициент



0.009 - масштабированный коэффициент давления

$t(1)$  - значение первого столбца определяющего скорость кровотока у пациента

Данные полученные в ходе эксперимента можно применять в научной деятельности для дальнейшего изучения характеристик такого органа как эндотелий. Также мы установили что в связи с увеличением скорости кровотока, диаметр сосуда в постокклюзионный период уменьшается . Что даёт нам неоспоримую зависимость этих двух величин, тогда когда в других, некоторых, статьях говорится обратное.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведён обзор литературы по теме работы, определены основные области использования окклюзионной пробы в медицине, изучены стандартные методы математической обработки эндотелия сосудов и диагностики скорости кровотока.

Анализ результатов выполненной работы позволяет сделать следующие выводы:

1. Тест на окклюзионную пробу является наиболее простым и удобным в медицине для диагностики состояния общей кровеносной системы верхних конечностей человека, в сравнении с другими более сложными методами, которые требуют проводить диагностику при помощи специального дорогостоящего оборудования.

2. Построение графика при помощи программных манипуляций, диагностирующего скорость крови от времени, даёт возможность точно оценивать каждое сокращение и расслабление сердца. В свою очередь это приводит к лучшему обзору состояния механизмов регуляции тканевого кровотока, а также к качественной диагностике функционального состояния микроциркуляторного русла.

3. Установили, что именно при помощи метода доплерографии в группе здоровых испытуемых во время окклюзии плечевой артерии происходит уменьшение диаметра артерий приблизительно на 10%. (Величина изменения диаметра артерии конечности испытуемого является важным диагностическим параметром, характеризующим эндотельную функцию сосудов)

4. Выявили закономерность между скоростью кровотока лучевой артерии и её диаметром, на основе построенных графиков. Это в свою очередь привело к пониманию того, что при увеличении скорости, просвет пережимаемой лучевой артерии сужается.

5. Данный метод может быть использован в следующих областях медицины : в функциональной диагностике , диагностике сосудов, кардиология.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Физиология человека/Под ред. Г. И. Косицкого 2 . Клиническая анатомия сосудов и нервов – Гайворонский И.В.
- 3.Окклюзии [Тихонова И. В., Танканаг А. В., Чемерис Н. К. Динамика амплитуд колебаний периферического кровотока в процессе развития постокклюзионной реактивной гиперемии у условно-здоровых добровольцев // Регион.кровообр. и микроцир. – 2009. – Т.
4. Прокофьева Т.В., Полунина О.С., Яценко М.К., Маклакова Н.В.  
ОККЛЮЗИОННАЯ ПРОБА У БОЛЬНЫХ СТАБИЛЬНОЙ СТЕНОКАРДИЕЙ НАПРЯЖЕНИЯ III ФУНКЦИОНАЛЬНОГО КЛАССА В ПРОЦЕССЕ СТАЦИОНАРНОГО ЛЕЧЕНИЯ ПРИ ЛДФ-ТЕСТИРОВАНИИ
- 5 Дисфункция эндотелия. Причины, механизмы, фармакологическая коррекция. / Под ред. Н. Н. Петрищева // С-Петербург: СПбГМУ. – 2003. – 181 С
6. Петрищев Н.Н., Т.Власов Т.Д. Физиология и патофизиология эндотелия. Петрищев Н.Н., ред. Дисфункция эндотелия. Причины, механизмы, фармакологическая коррекция. Изд.-воСПбГМУ.2003;4–37.
7. Затейщикова А.А., Затейщиков Д.А. Эндотелиальная регуляция сосудистого тонуса: методы исследования и клиническое значение. Кардиология. 1998.
8. Цатурян В. В. Дисфункция эндотелия и ее взаимосвязь с другими факторами риска сосудистых осложнений у больных сахарным диабетом типа 2. Автореф. на соиск. дис. к. м. н. СПб;2004:24.
9. Семидоцкая Ж.Д. Эндотелиальная дисфункция у пациентов с хроническимгломерулонефритом. Актуальные проблемы экстра-

корпорального очищения крови, нефрологии и гемафереза. Сб. мат. Первого объединенного конгресса. М;2002:37.

10. Агеев Ф.Т., Овчинников А.Г., Мареев В.Ю., Беленков Ю.Н.

Эндотелиальная дисфункция и сердечная недостаточность: патогенетическая связь и возможности терапии ингибиторами ангиотензинпревращающего фермента. *Consilium medicum. Сердечная недостаточность*. 2001;3(2):61–63.

11. Vanhoutte P.M. Other endothelium-derived vasoactive factors. *Circulation* 1993.

12. Kupprion C, Matamed K, Sage EH: SPARC (BM-40, osteonectin) inhibits the mitogenic effect of vascular endothelial growth factor on microvascular endothelial cells. *JBiolChem* 1998.

13. Шестакова М.В. Дисфункция эндотелия — причина или следствие метаболического синдрома.

14. Шишкин А.Н. Современная стратегия терапии эндотелиальной дисфункции с позиций доказательной медицины

15. Олег Акимов Эффект Доплера Сборник материалов с комментариями Валдиса Эгле *Impositum Grīziņkalns* 2013.

16. Учебник Физика 11 класс Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буовцев, В.М. Чаругин 2014

17. Источник информации на основе интернет провайдеров.

18. Звуковые волны. Инфразвук научная работа Автор публикации: Шамсудинова Х.И.

19. Ультразвуковое исследование сосудов В. Цвибель Дж. Пеллерито.