

Министерство науки и образования Российской Федерации
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра медицинской физики

«Ультразвуковая диагностика состояния
сосудистой системы»

РЕФЕРАТ МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

по направлению 03.04.02 «Физика»

код и наименование направления=

студента 2 курса факультета нано- и биомедицинских технологий

наименование факультета

Миронова Антона Андреевича

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

д.ф.-м.н профессор

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

Скрипаль А.В.

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

д.ф.-м.н профессор

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

Скрипаль А.В.

инициалы, фамилия

Саратов 2019

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы: В настоящее время как в физике так и в медицине наблюдается рост интереса к оценке состояния и функций периферической сосудистой системы. Для проведения не инвазивного исследования механизмов периферической сосудистой регуляции и диагностики сердечно-сосудистой системы часто используются различные виды функциональных проб: тепловая, холодовая, окклюзионная или фармакологическая. Для диагностики эндотелиальной функций сосудов широко распространено использование окклюзионной (манжеточной) пробы. Именно его мы и использовали в исследовании. Суть данного теста заключается в провокации сосудистых реакций посредством кратковременной блокировки венозного и/или артериального кровотока конечности манжетой тонометра (ишемия) и развитием реактивной гиперемии после снятия окклюзии (реперфузия)

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 тромб образованию, но так как этот тест имеет свои риски и обязывает находиться рядом доктора, ряд испытуемых был подобран исключительно здоровых людей, без склонности к тромб образованию. В связи с этим в современной литературе начинается пере выпуск научных и медицинских книг о физиологии человека, что в свою очередь открывает возможность к инновациям в диагностических тестах.

Допустим если рассматривать тест на окклюзионную пробу, при помощи доплерографии (Ультразвуковой диагностики) то нужно учитывать, что частота сердечных сокращений может непосредственно воздействовать на функцию эндотелия сосудов. Замеры в этом исследовании

следует проводить между покоем частоты сердечных сокращений и обоими сдвигами эндотелиальной функцией, а так же фиксировать на протяжении всего исследования изменение скорости кровотока в максимальных пиках скорости, и в максимальных пиках обратного 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, а так же может быть использован в следующих областях медицины : в функциональной диагностике, диагностике сосудистой системы, кардиологии.

Цель магистерской работы: «Определить закономерности динамики скорости кровотока при проведении окклюзионной пробы в группе нормальных испытуемых»

Для выполнения работы ставились **следующие задачи:**

- 1.Провести критический анализ литературы на темы: «Физические основы использования ультразвука в медицине» «Функциональное состояние эндотелия» «Окклюзионная проба, методы анализа»
- 2.Оценить состояние механизмов регуляции тканевого кровотока
- 3.Оценить результаты окклюзионной пробы у испытуемых.
4. Изучить динамику максимальной скорости кровотока в лучевой артерии.

Структура и объём работы. Магистерская работа состоит из введения, 5 основных разделов и 11 подразделов, заключения и списка использованных источников. Общий объем работы – 66 страниц, включая 16 рисунков, 1 таблицу и 1 диаграмму, список использованных источников информации – 25 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

«Использование ультразвука в медицине. Физиология человека, эндотелий. Метод окклюзионной пробы».

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].

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

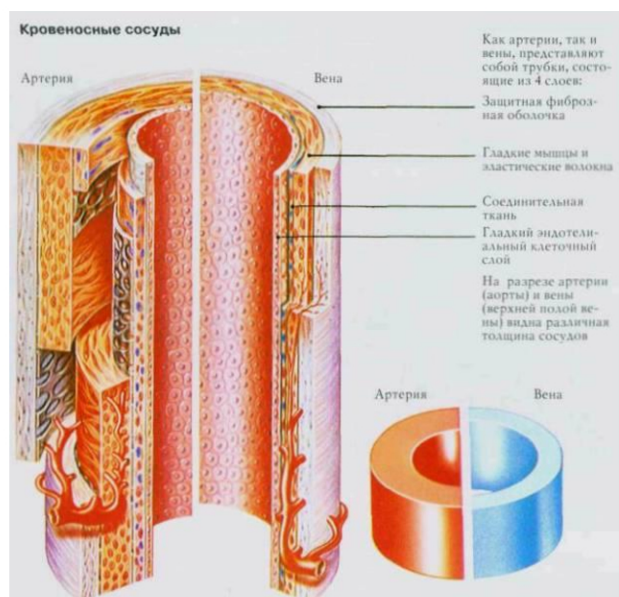


Рис 4- Структура сосуда в современной анатомии.

Метод окклюзионной пробы - 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]

Доплерография представляет собой метод диагностики, основанный на эффекте Доплера.

Эффект Доплера В 1842 г. ДОПЛЕР (Допплер - Doppler) Кристиан, австрийский физик и астроном, указал на существование эффекта, названного позже его именем.

Эффект Доплера представляет изменение частоты сигнала воспринимаемого приёмником, при движении источника и приёмника относительно друг друга.

В доплерографии это выражается в изменении частоты УЗ принятой приёмником, в результате излучённых неподвижным источником волн при отражении от движущихся объектов и принятых неподвижным приёмником.

По сдвигу частоты определяется скорость движения исследуемого объекта.

При Доплеровских методах используют как непрерывное излучение, так и импульсные сигналы[8].

Ультразвук- это упругие волны высокой частоты. Человеческое ухо воспринимает распространяющиеся в среде упругие волны частотой приблизительно до 16 000 колебаний в секунду (Гц); колебания с более высокой частотой представляют собой ультразвук (за пределом слышимости). Обычно ультразвуковым диапазоном считают полосу частот от 20 000 до нескольких миллиардов герц[1].

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 исследовании, было шесть.

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 также 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 до окклюзионное состояние лучевой артерии, первого из принявших участие в исследовании. Можно заметить, что у нас имеется сильнопульсирующая форма доплеровского сигнала, которая обладает высокими, узкими и острыми систолическими пиками и обратный или отсутствующий поток в диастолу (высокая сопротивляемость

кровотоку). За острым систолическим пиком следует короткий обратный поток и затем короткий прямой поток

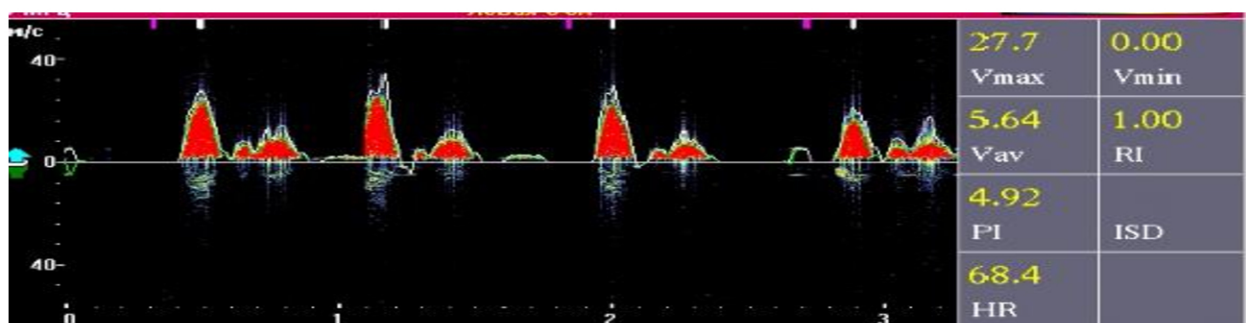


Рис.11 Сильнопульсирующая форма доплеровского сигнала в доокклюзионной фазе

На этом рисунке показано после окклюзионное первые (30 секунд) состояние лучевой артерии, первого из принявших участие в исследовании . Можно заметить, что у нас имеется сильнопульсирующая форма доплеровского сигнала, которая обладает высокими, широкими и острыми систолическими пиками и отсутствующем обратным потоком в диастолу

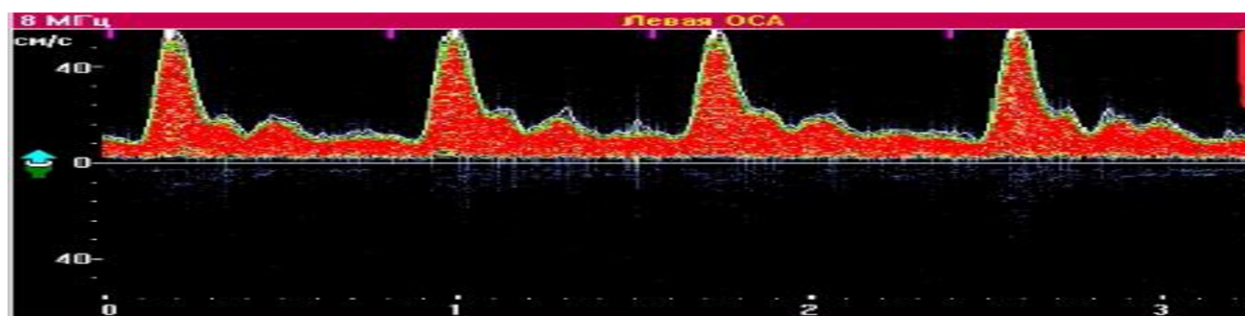


Рис.12 Сильнопульсирующая форма доплеровского сигнала в после окклюзионной фазе первые 30 секунд

На следующем рисунке приведена после окклюзионная динамика скорости кровотока на более поздних стадиях восстановления

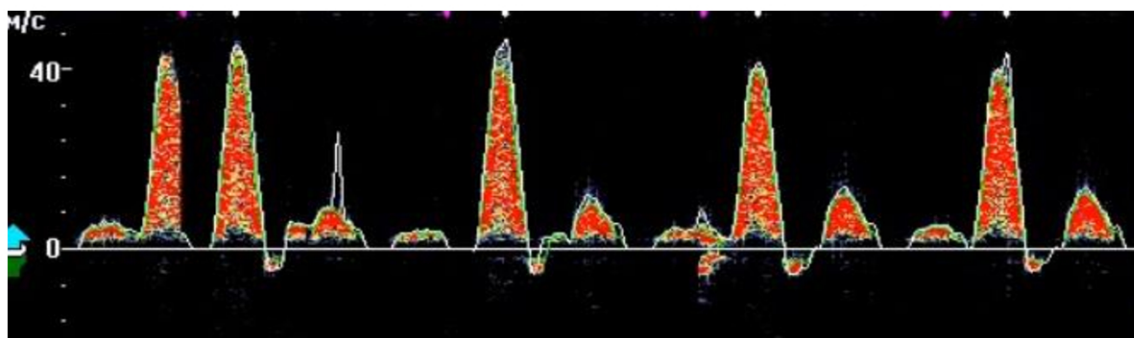


Рис. 13 Сильнопульсирующая форма доплеровского сигнала в после окклюзионной фазе

На основе полученных данных из исследования по первому испытуемому была проведена диагностическая работа по фиксации верхнего пика максимальной скорости кровотока и обратного потока.

Time Vmax

3,00	32,00
6,00	31,00
9,00	32,00
12,00	32,00
15,00	32,00
18,00	35,00
21,00	35,00
24,00	34,00
27,00	34,00
30,00	36,00
33,00	38,00
36,00	40,00
39,00	37,00
42,00	40,00
45,00	35,00
48,00	32,00

51,00	33,00
54,00	40,00
57,00	39,00
60,00	38,00
63,00	33,00
66,00	32,00
69,00	29,00
72,00	28,00
75,00	30,00
78,00	32,00
81,00	33,00
84,00	32,00
87,00	32,00
90,00	34,00
93,00	32,00
96,00	33,00
99,00	33,00
102,00	32,00
105,00	36,00
108,00	37,00
111,00	37,00
114,00	40,00
117,00	36,00
120,00	32,00
123,00	27,00
126,00	35,00
129,00	30,00
132,00	31,00
135,00	33,00

138,00	30,00
141,00	34,00
144,00	31,00
147,00	32,00
150,00	33,00
153,00	35,00
156,00	34,00
159,00	36,00
162,00	34,00
165,00	32,00
168,00	31,00
171,00	24,00
174,00	25,00
177,00	27,00
180,00	30,00

Таблица 1 – до окклюзионная фиксация данных .

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.

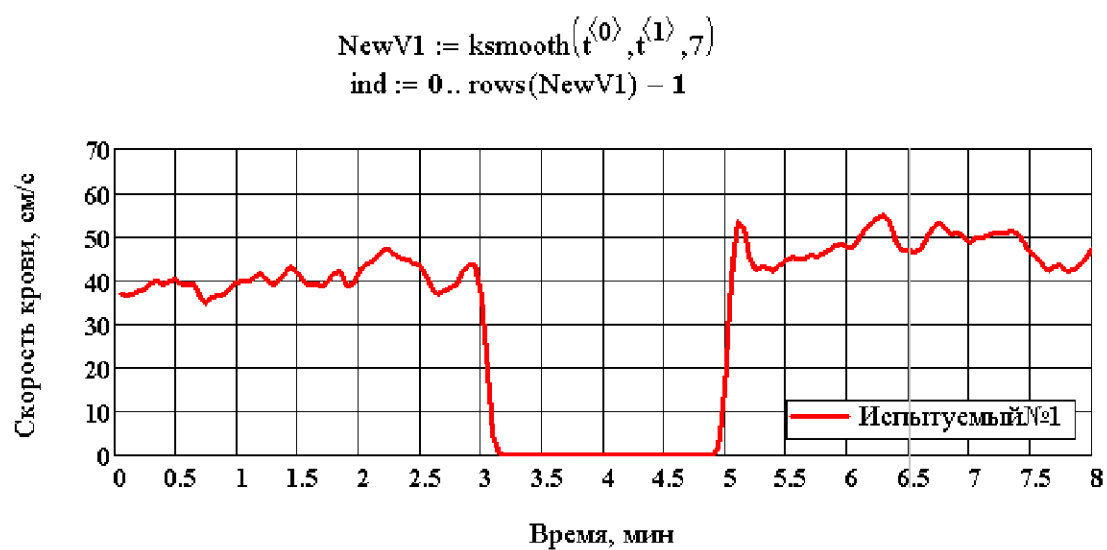


Рис. 14 График зависимости скорости кровотока от времени второго испытуемого.

В связи с ростом скорости кровотока, должен пропорционально уменьшаться диаметр лучевой артерии, что в свою очередь приведёт к увеличению давления в сосуде.

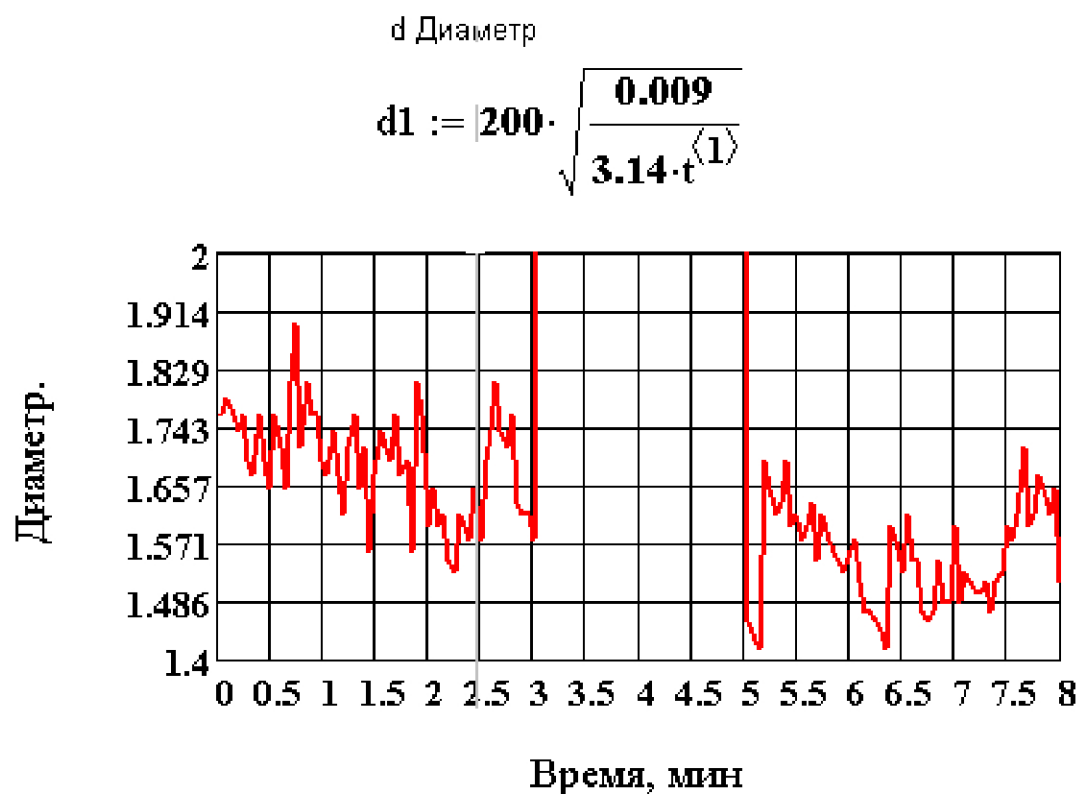


Рис.15.график изменения диаметра сосуда у второго участника

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

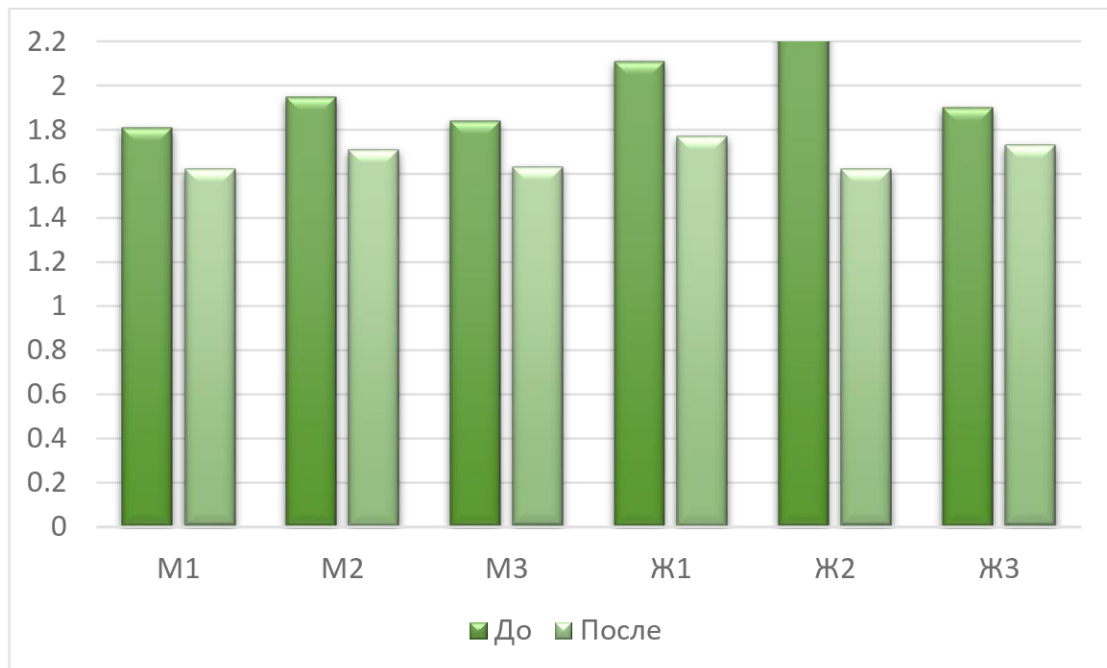


Диаграмма 1 – показания с испытуемых по диаметру артерий (мм)

Так же был проведён анализ зависимости максимума скорости кровотока до и после окклюзионной пробы, что в свою очередь даёт данные для дальнейших исследований обратного потока. И на основе этих данных был построен график зависимости амплитуды обратной волны.

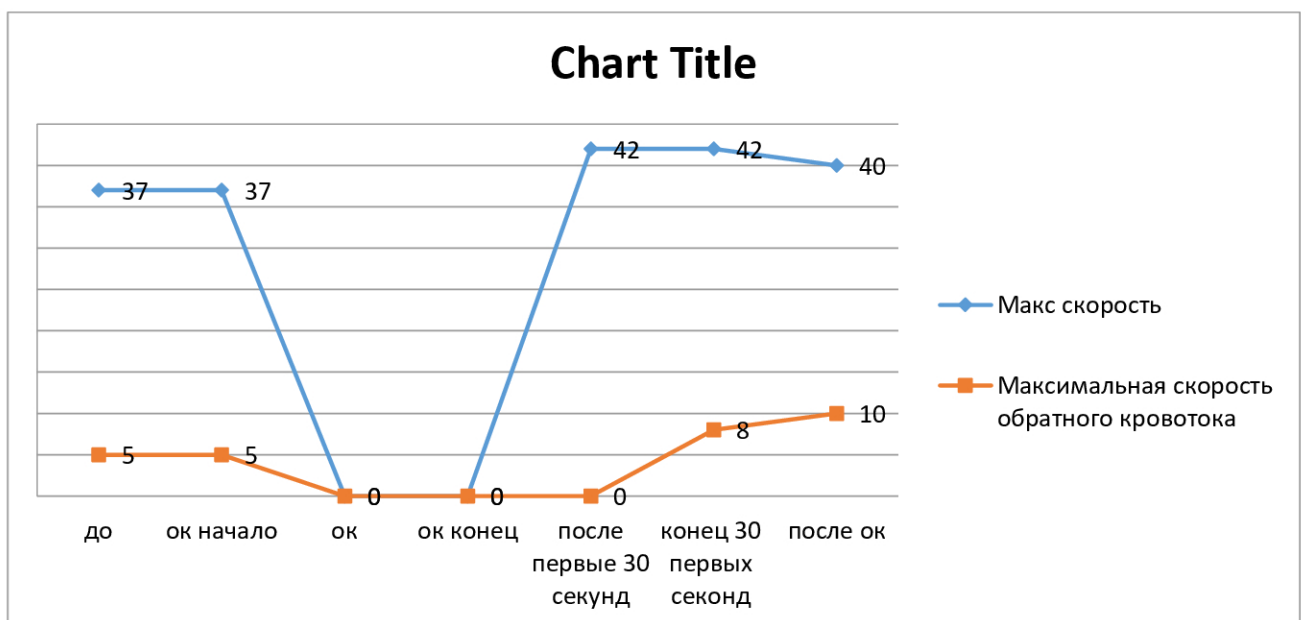


Рис 16 Синий- Максимальная скорость кровотока. Красный- максимальная скорость обратного потока.

Данные полученные в ходе эксперимента можно применять в научной деятельности для дальнейшего изучения характеристик сосудистой системы.

Также мы установили, что в связи с увеличением скорости кровотока, диаметр сосуда в постокклюзионный период уменьшается, скорость крови, как в максимальных пиках кровотока, так и в обратном потоке увеличивается. Что даёт нам неоспоримую зависимость этих величин. Данный метод может быть использован в следующих областях медицины: в функциональной диагностике, диагностике сосудов, кардиологии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведён обзор литературы по темам: «Физические основы использования ультразвука в медицине» «Функциональное состояние эндотелия» «Окклюзионная проба, методы анализа»

Анализ результатов выполненной работы позволяет сделать следующие заключения:

1. Тест на окклюзионную пробу является наиболее простым и удобным в медицине для диагностики состояния общей кровеносной системы человека.

2. Построение графика при помощи математического пакета, 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 так же к качественной диагностике функционального состояния микроциркуляторного русла.

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

5. Привели зависимости максимума скорости кровотока до и после окклюзионной пробы, что в свою очередь даёт данные для дальнейших исследований обратного потока.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ультразвук [Электронный ресурс] URL:
<http://dic.academic.ru/dic.nsf/bse/142769/> (дата обращения: 03.04.19г.).
2. [Электронный ресурс] URL:
<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D3%EB%FC%F2%F0%E0%E7%E2%F3%EA> (дата обращения: 03.04.19г.).
3. И.И. РЕЗНИКОВ, В.Н. ФЁДОРОВА, Е.В. ФАУСТОВ, А.Р. ЗУБАРЕВ, А.К. ДЕМИДОВА ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
УЛЬТРАЗВУКА В МЕДИЦИНЕ Учебное пособие Москва -2015 -97 с
4. Физиология человека/Под ред. Г. И. Косицкого Москва «Медицина»
1985.560с
5. Дисфункция эндотелия. Причины, механизмы, фармакологическая
коррекция. / Под ред. Н. Н. Петрищева // С-Петербург: СПбГМУ. – 2003. –
181 С
6. Анатомия Синельников том 3 Косицкого Москва «Медицина» 1996.-227с
7. 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.
8. Затейщикова А.А., Затейщиков Д.А. Эндотелиальная регуляция
сосудистого тонуса: методы исследования и клиническое значение.
Кардиология. 1998.160 с
9. 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.

10. Семидоцкая Ж.Д. Эндотелиальная дисфункция у пациентов с хроническим гломерулонефритом. Актуальные проблемы экстракорпорального очищения крови, нефрологии и гематологии. Сб. мат. Первого объединенного конгресса. М;2002:37.
11. 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):61–63с.
12. Vanhoutte P.M. Other endothelium-derived vasoactive factors. Circulation 1993.-5с
13. Kupprion C, Matamed K, Sage EH: SPARC (BM-40, osteonectin) inhibits the mitogenic effect of vascular endothelial growth factor on microvascular endothelial cells. J Biol Chem 1998.-3с
14. Шестакова М.В. Дисфункция эндотелия — причина или следствие метаболического синдрома. [16.01.2001](#) стр. 88
15. Шишкин А.Н. Современная стратегия терапии эндотелиальной дисфункции с позиций доказательной медицины Артериальная гипертензия том 4 . 2008 - 5с
16. Олег Акимов Эффект Доплера Сборник материалов С комментариями Валдиса Эгле Impositum Grīziņkalns 2013.-6 с.
17. Учебник Физика 11 класс Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буовцев, В.М. Чаругин 2014 413 с.
18. Источник информации на основе интернет провайдеров. <http://spectromed.com/ru/dopplerovskie-pribory/23-sonomed-300m.html>
19. <http://spectromed.com/ru/dopplerovskie-pribory/23-sonomed-300m.html>

20. *Розенберг Л. Д.* Фокусирующие излучатели ультразвука // В кн.: Физика и техника мощного ультразвука / Под ред. Л. Д. Розенберга. Кн. 1. Источники мощного ультразвука. — М.: «Наука», 1967. — С. 149–206.
21. *Каневский И. Н.* Фокусирование звуковых и ультразвуковых волн. — М.: «Наука», 1977. — 336 с.
22. *Гаврилов Л. Р., Цирульников Е. М.* Фокусированный ультразвук в физиологии и медицине. — Л.: «Наука», 1980. — 199 с.
23. *Гаврилов Л. Р.* Фокусированный ультразвук высокой интенсивности в медицине. — М.: «Фазис», 2013. — 656 с. — [ISBN 978-5-7036-0131-2](#).
24. *Хилл К. Р., Бэмбер Дж., тер Хаар Г. ред.* Ультразвук в медицине. Физические основы применения. / Пер. с англ. — М.: «Физматлит», 2008. — 544 с. — [ISBN 978-5-9221-0894-2](#).
25. *Розенберг Л. Д.* Звуковые фокусирующие системы. — М.: АН СССР, 1949. — 112 с.