

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

Кафедра медицинской физики

**Тема: ДОПЛЕРОГРАФИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ  
КРОВОТОКА  
АВТОРЕФЕРАТ**  
выпускной квалификационной работы бакалавра

студента 4 курса 451 группы

направления 03.03.02

«Физика»

код и наименование направления

факультета нано- и биомедицинских технологий

наименование факультета

Никифоровского – Томова Владислава Андреевича

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель

к.ф.-м.н., доцент

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

А.Д. Усанов

инициалы, фамилия

Зав. кафедрой

д.ф.-м.н., профессор

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

А.В. Скрипаль

инициалы, фамилия

Саратов 2020

## Введение

На сегодняшний день, вопрос о механизме распространения пульсовой волны, стоит особенно остро. Особенно в сфере спорта и медицины, ведь пульсовая волна отражает наш пульс, сокращения сердца, но у некоторых людей ощутить эту волну тяжело, а понимание механизма распространения поможет создать более точную модель распространяя в теле любого человека, для прогнозирования состояния сердечно сосудистой системы человека.

В настоящий момент существует множество способов для детектирования пульсовой волны, во время любого вида деятельности и при любых условиях. Но лишь не многие задавались вопросом, об анализе самой волны, ее отличиях у разных групп людей, а также ее поведения у разных групп людей.

Важным подспорьем в исследовании механизма пульсовой волны, являлся открытый в 1842г эффект распространения волн, названный в честь своего автора, эффект Доплера. Благодаря этому открытию мы можем с помощью Доплерографии анализировать сам кровоток и на основе поведения кровотока, понять механизм распространения пульсовой волны.

Цель работы: исследование и последующий анализ, пульсовой волны человека в сравнении двух групп людей: спортсменов и обычных людей.

Задачи:

1. Провести критический анализ литературы, посвященной сердечно-сосудистой системы и, в частности, пульсаций кровотока при физической нагрузке, методам УЗИ и, в частности, доплерографии.
2. Произвести компьютерную обработку полученных результатов в среде MathLab
3. Провести анализ полученного результата.

Теоретическая база исследований сформирована публикациями и работами, посвященными темам исследования кровеносных сосудов методами доплерографии, пульсовых волн в теле человека

Структура и объем работы: по своей структуре работа состоит из введения, 2-х глав, заключения и списка используемых источников. Работа изложена на 40-ти страницах машинописного текста, содержит 25 рисунков и список литературы из 22-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 строение сердечно сосудистой системы человека, механизма движения крови по сосудам, пульсовой волны, а так же метода доплерографии.

Сердечно сосудистая система человека состоит из сердца, и кровеносных сосудов, которые в свою очередь делятся на артерии, различных размеров, и вен, которые так же разделяются по их диаметру.

Согласно моделям гемодинамики, кровь движется по законам гемодинамик, и движется ламинарно. В центре скорость кровотока значительно больше, чем возле стенок, и это объясняется законом Стокса.

Пульсовая волна распространяется по сосудам человека и обусловлено упругостью аортальной стенки. Средняя скорость распространения пульсовой волны в аорте равна 4-6 м/с, а в менее эластичных артериях мышечного типа (например, лучевой) она составляет 8-12 м/с, но были зафиксированы случаи, когда значение было выше.

Метод УЗИ заключается в детектировании отраженных волн, от органов и тканей в теле человека. Так как ультразвуковые волны плохо

распространяются в воздухе,, поэтому используется специальный гель, как посредник между генератором волн и телом человека. Одним из ответвлений УЗИ, является метод доплерографии, основанный на эффекте доплера.

*Во второй главе* рассматривается спектр кровотока, снятый с помощью доплерографии.

Для практической части были изучены научные публикации по смежным исследованиям, а также научная литература на данную тему. Также на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовского государственного медицинского университета имени В.И. Разумовского» министерства здравоохранения РФ. Клиническая больница имени С.Р. Миротворцева, было произведено Доплеографическое исследование 2 групп людей. Первая группа является спортсменами, которая ведет активный образ жизни. Вторая группа является среднестатистическими обывателями, которые не подвержены высокой физической нагрузке. Перед процедурой, каждый из пациентов, должен был спокойно пролежать на кушетке в течении 10-15 минут, для нормализации кровотока. После было произведено исследование.

Исследование было проведено при помощи аппарата ESAOTE MyLab15 (Рисунок 1). Основными плюсами аппарата УЗИ MyLab 15 можно назвать:

- Высокая точность показателей;
- Удобство в использовании;
- Превосходное качество изображения;
- Высокая четкость экрана;
- Хорошая глубина визуализации;
- Класс системы начальный;
- Универсальность и практичность.

Данное устройство способно проводить исследование УЗИ с частотой от 1,5 до 15МГц, а также поддерживает все виды доплеровского

сканирования. Все результаты, полученные таким образом, были записанный на отдельный съемный носитель для дальнейшей обработки.

Пациентам проводили триплексную доплерографию в районе лучевой артерии. Все полученные данные были, преобразованные в формат avi, для более удобного анализа

Проанализировав полученные результаты, была составленная общая таблица величающая в себя основные параметры двух групп. (Таблица 1).

Таблица 1. Показатели кровотока до окклюзии.

Показатели доплерографии	Исследуемы группы	
	Спортивные	Контрольная группа
<b>S</b> (систолическая скорость, см/сек)	52,5±10,4	73,2±7,9
<b>D</b> (отрицательная скорость  см/с )	2,3±31,5	0,9±0,3
<b>PI</b> (индекс Гослинга)	5,4±1,1	4,3±0,9
<b>SD</b> (индекс Стюарта)	44,7±10,8	19,2±3,6
<b>RI</b> (индекс Пурсело)	0,98±0,07	0,97±0,06

На видео доплерографии помимо УЗИ сосуда у нас присутствует спектр кровотока. Как он образуется описано в теоретической части. С помощью этого спектра мы можем узнать скорость кровотока, диаметр сосуда, а так же на более современных аппаратах с помощью заложенных в них программ индексы Геслинга, Пурсела и Стюарта.

Как мы видим на рисунке 2, в состоянии покоя, скорость кровотока у спортивной группы меньше по сравнению с контрольной. Это связано с тем, что в состоянии покоя, спортсмены находятся в “энергосберегающем режиме.” Так же на спектре кровотока можно увидеть, что их сердце сокращается реже, следовательно падает и частота сердечных сокращений.

На рисунке 3 мы можем наблюдать, что в состоянии покоя, у спортсменов наблюдается как и у контрольной группы, наблюдается слабый

отрицательный кровоток. Сам по себе он мал но по сравнению с контрольной группой, он превышает его в 2,5 раза.

Далее была произведена механическая окклюзия артерии на 15 секунд, и снова была проведена процедура (таблица 2).

Как можем наблюдать (рисунок 4), скорость кровотока усилилась, но все так же показатель контрольной группы выше, чем у спортсменов, но индекс Гослинга спортсменов, опустился практически до уровня контрольной группы (Рисунок 5). Так как данный индекс отражает упругоэластические свойства артерий, мы можем сделать вывод, что его снижение было вызвано сильным расширением сосудов.

После окклюзии (рисунок 6), отрицательная скорость кровотока спортсменов, значительно выросла, по отношению к значению до окклюзии. Это связано с тем, что сосуды спортсменов более упругие, и в момент, когда усиленный кровоток после окклюзии продолжил свое движение по артериям, часть эритроцитов, рикошетила, от стенок сосудов, и начинала двигаться в обратном направлении, создавая более высокую отрицательную скорость, что мы и видим на гистограмме.

Таблица 2. Показатели кровотока после окклюзии.

Показатели доплерографии	Исследуемые группы	
	Спортивные	Контрольная группа
<b>S (систолическая скорость, см/сек)</b>	63 <u>71</u> ,5±8,4	81,2±8 <u>5</u> ,4
<b>D (отрицательная скорость  см/с )</b>	3.4 <u>1</u> ±1,8	1,6±0,7
<b>PI (индекс Гослинга)</b>	3,1±0,7	2,8±0,7 <u>5</u>
<b>SD (индекс Стюарта)</b>	32,7±7,1	12,9±1,9
<b>RI (индекс Пурсело)</b>	0,98±0,07	0,97±0,06

Как можем видеть из сравнительной гистограммы на рисунке 7, индекс Гослинга, который показывает периферическое сопротивление сосудов, в

группе спортсменов выше, чем у контрольной. Так же, значение модуля отрицательной скорости у спортсменов, так же преобладает над значением контрольной группы.



Рисунок 1 ESAOTE MyLab 15 Кабинет УЗИ.

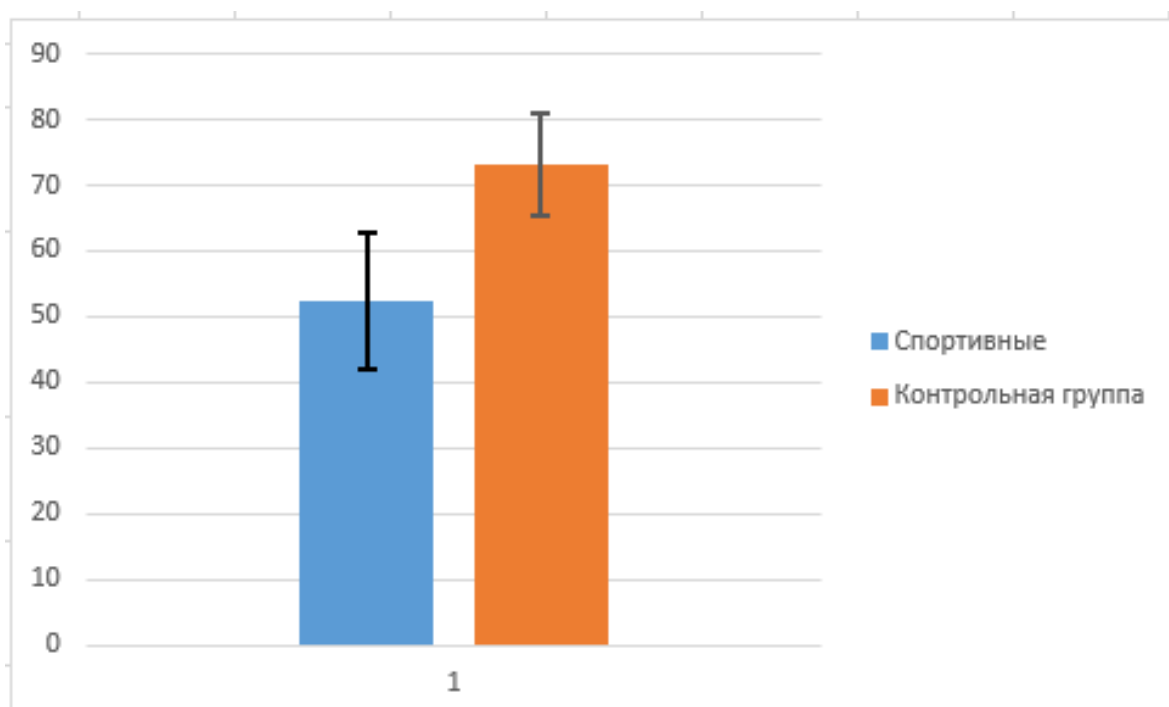


Рисунок 2 – Сравнение систолической скорости кровотока.

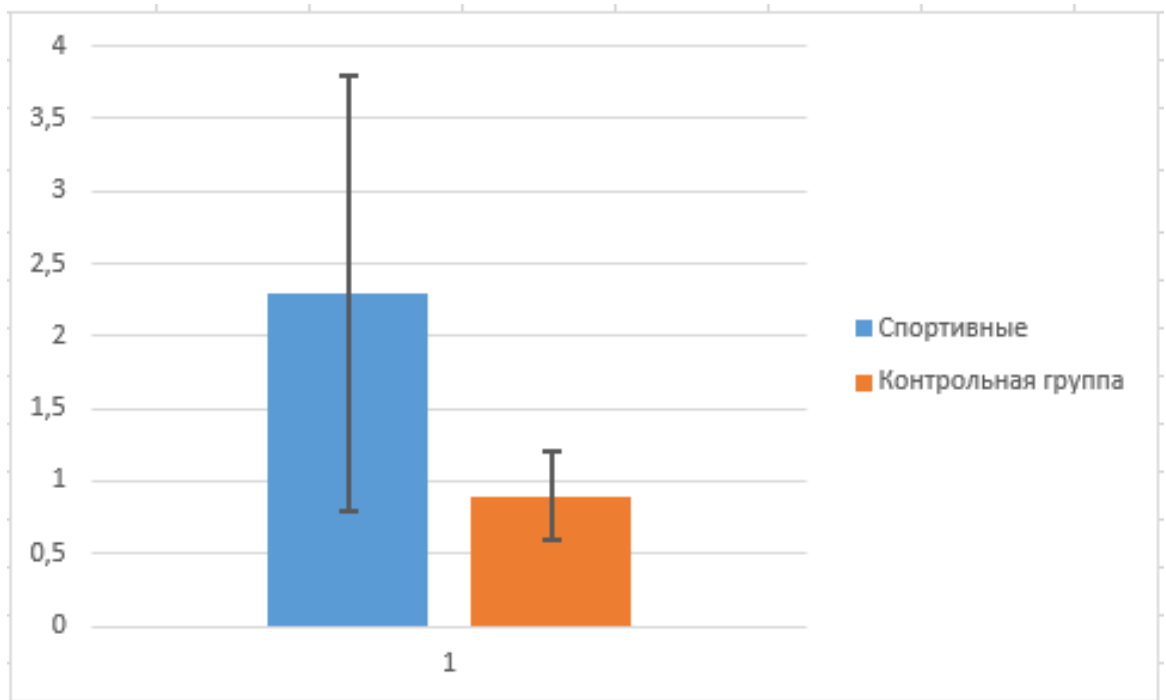


Рисунок 3 – Сравнение отрицательного кровотока.

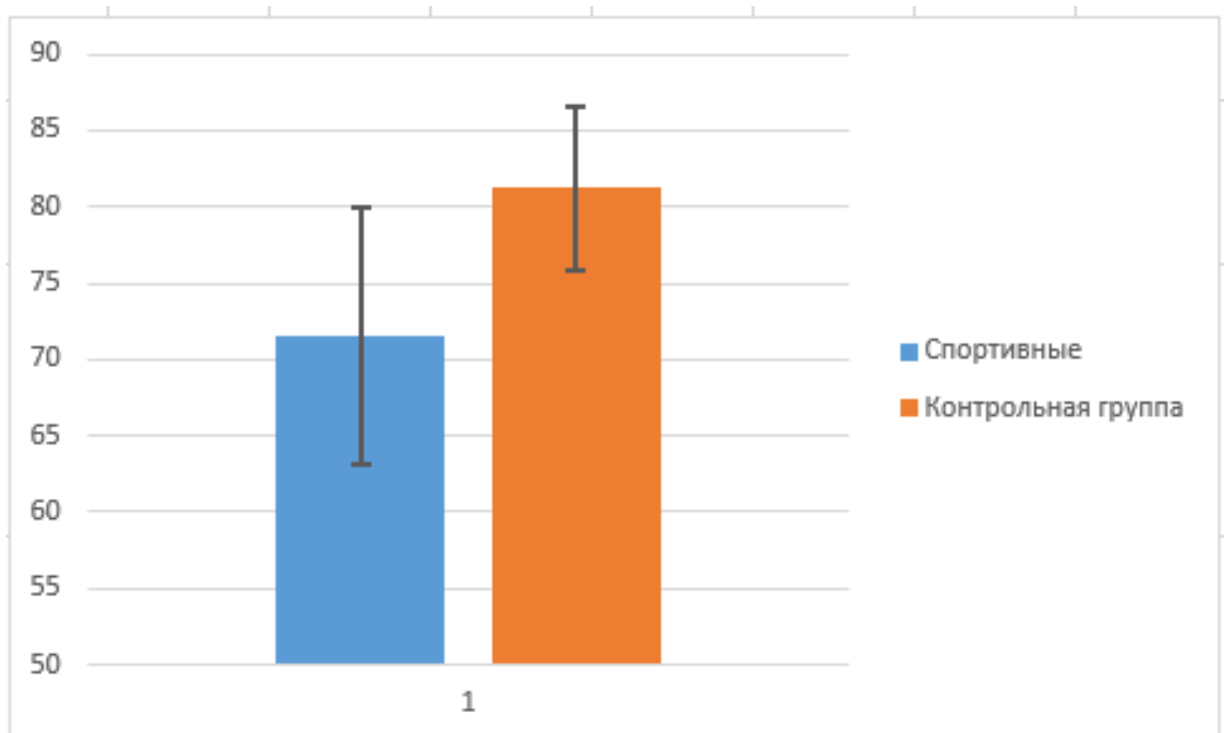


Рисунок 4 – Систолическая скорость кровотока после окклюзии



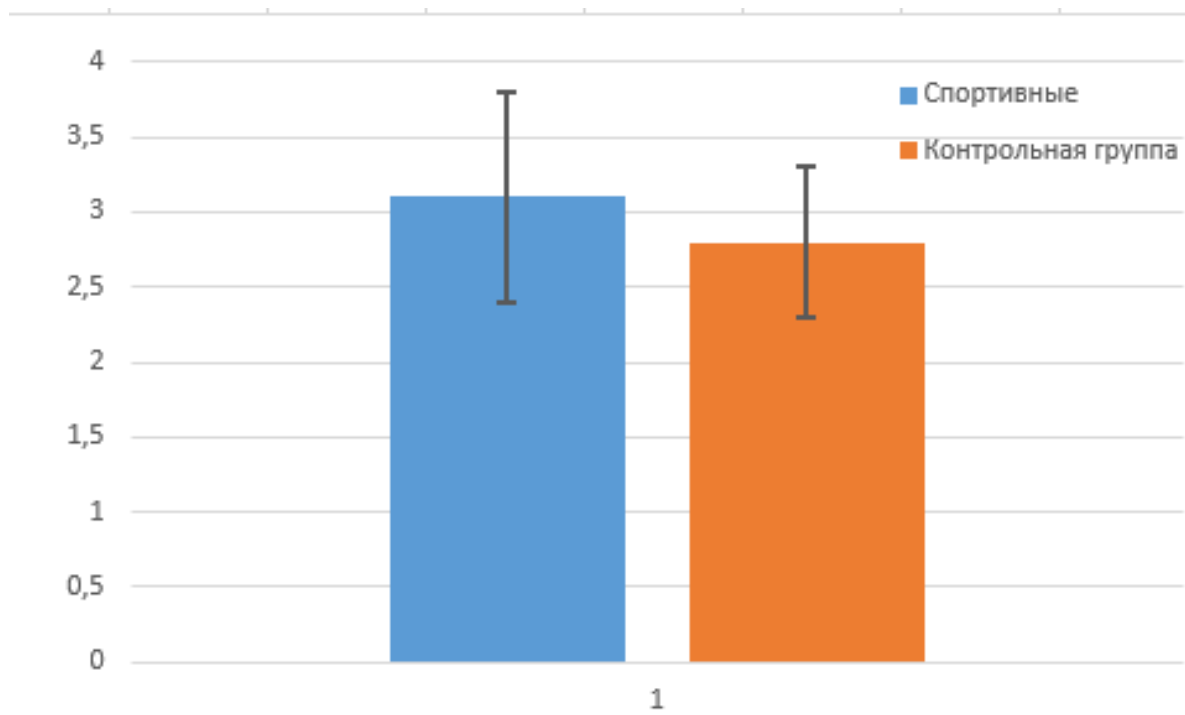


Рисунок 5 – сравнение индекса Гослинга после окклюзии.

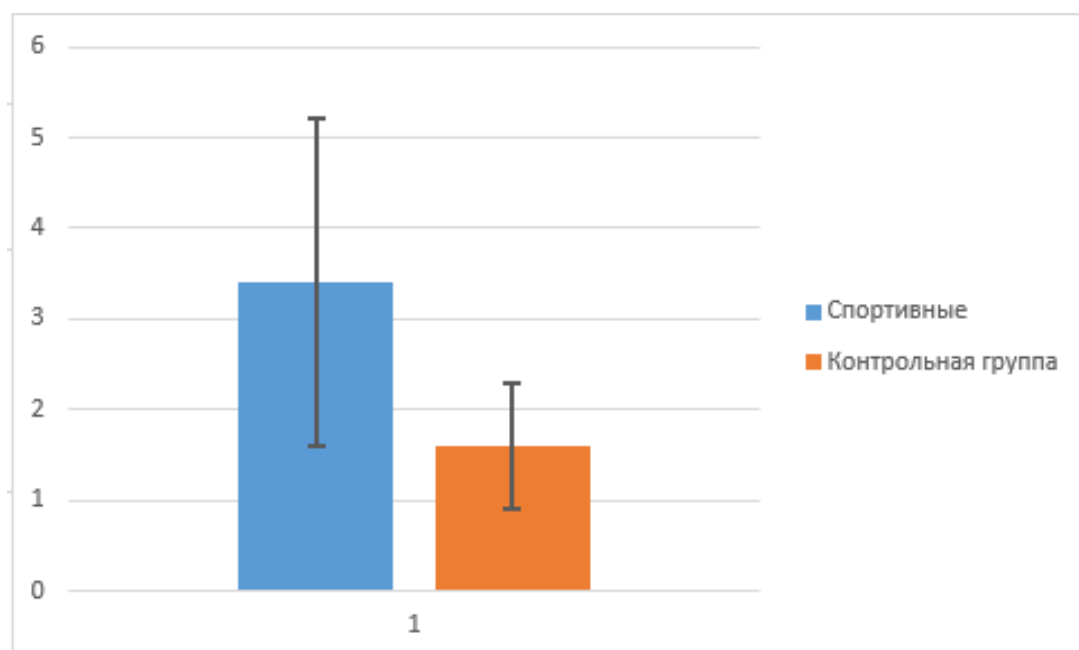


Рисунок 6 – сравнение отрицательных скоростей кровотока.

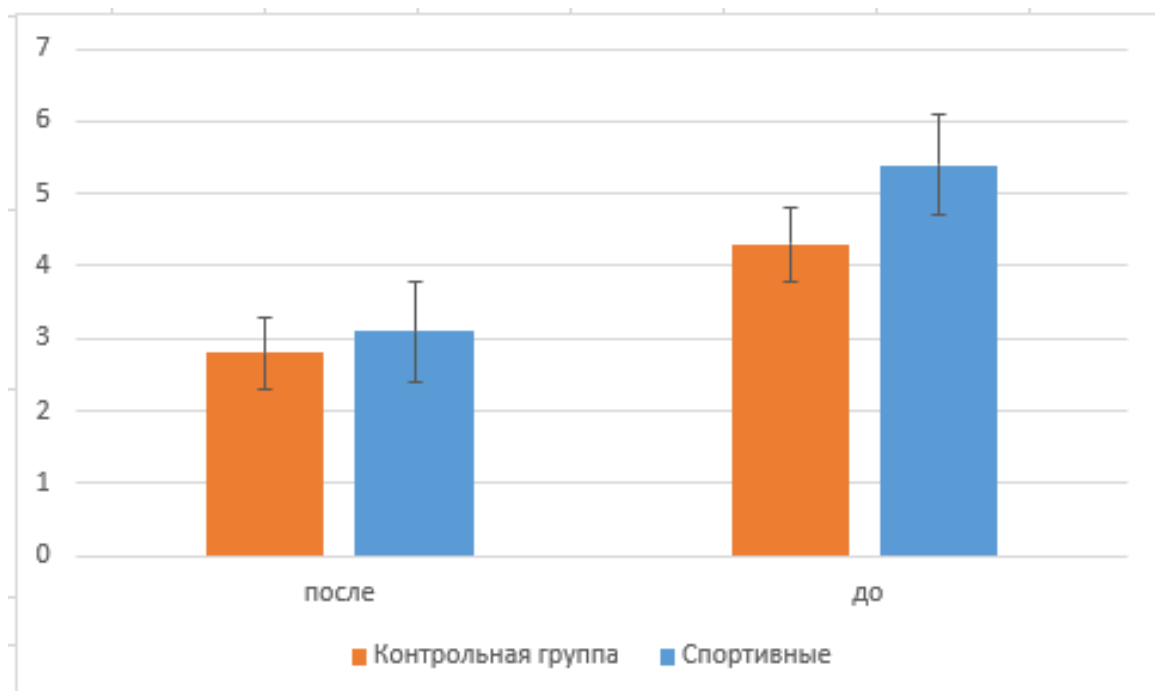


Рисунок 7 – Сравнение индекса Гослинга после и до окклюзии.

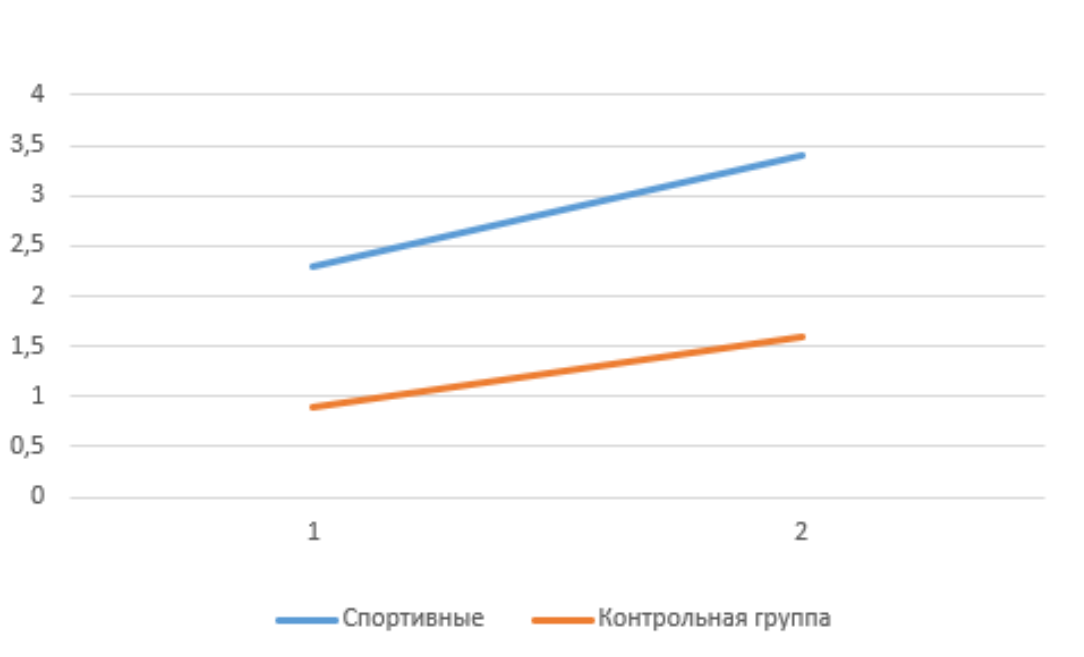


Рисунок 8 – сравнение отрицательных значений скоростей кровотока.

### Заключение

В ходе выполнения квалификационной работы проведен анализ литературы по необходимым нам темам:

- 1) Сердечно сосудистая системы
- 2) УЗИ. Допплерография
- 3) Пульсовая волна.

Было проведено Триплексное исследование кровотока двух групп людей, тех кто занимается спортом, тренированных, и обычных людей, в состоянии покоя и после окклюзии, на базе федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Саратовского государственного медицинского университета имени В.И. Разумовского» министерства здравоохранения РФ. Клиническая больница имени С.Р. Миротворцева. Полученные данные были проанализированы, а после были сделанные выводы. Цель квалификационной работы была достигнута.

### Список использованных источников

1. Романова Н.Г. Особенности влияния мышечной нагрузки на систему кровообращения / Н.Г. Романова, А.В. Сычев, И.А. Алексеева, П.Е. Желтов, А.М. Шпичко, Г.В. Щигорев // «Вестник ТГУ», т.4. вып.3. 1999
2. Елхов В.А. Стереокomпьютерные методы формирования изображений и их применение / В.А. Елхов, Н.В. Кондратьев, Ю.Н. Овечкис // «Техника кино и телевидения. » – 2001. – № 8. – С. 11-16.
3. Грачёва М.А. Стереострота зрения: основные понятия, методы измерения, возрастная динамика / М.А. Грачёва, Г.И. Рожкова // «Сенсорные системы». – 2012. – Т. 26. – № 4. – С. 259–279.
4. Лелюк В.Г., Лелюк С.Э. Ультразвуковая ангиология / А.К Гуськова, Л.А. Ильин, Л.А Булдаков, Н.В Верещагин. // «Реальное Время», Москва 2003.
5. В.П. Куликов, Р.И. Кирсанов, С.В. Засорин / “Стандарты дуплексного сканирования сосудов. Третье издание” / «Алтайское отделение Российской ассоциации специалистов ультразвуковой диагностики в медицине». - 2012
6. Дутикова Е.Ф., Зюляева Ю.А. / “Ультразвуковое исследование магистральных артерий конечностей” / Серия «Лучшие практики лучевой и инструментальной диагностики». – Вып. 12. – М., 2018 – 24
7. К.Р. Мехдиева, Ю.А. Зиновьева, А.В. Захарова, Н.М. Тарбеева / “СТРУКТУРНО-ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ СПОРТСМЕНОВ ПРИ ВЕРТИКАЛИЗАЦИИ” / «Человек. Спорт. Медицина», Москва, 2018
8. В.Ф. Байтингер, И.О. Голубев / “КЛИНИЧЕСКАЯ АНАТОМИЯ КИСТИ (ЧАСТЬ II)” / «Вопросы реконструктивной и пластической хирургии», г. Москва, 2011.