

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

Кафедра медицинской физики

наименование кафедры

**«Ультразвуковая диагностика артериальных сосудов
спортсменов по измерениям индекса периферического
сопротивления после окклюзионной пробы»**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 4 курса 451 группы
направления 03.03.02 «Физика»
код и наименование направления

факультета нано- и биомедицинских технологий

наименование факультета

Фугарь Любови Валерьевны

фамилия, имя, отчество

Научный руководитель
Заведующий кафедрой

профессор, д.ф.-м.н.

должность, уч. степень, уч. звание

подпись, дата

Скрипаль А.В

инициалы, фамилия

Саратов 2020

Введение

Современная медицина располагает разнообразными методами лечения сосудистой патологии, но прежде чем начинать любое лечение, необходима качественная, детальная диагностика.

Одним из самых эффективных, безопасных методов исследования сосудов является ультразвуковое сканирование (УЗИ). Методики ультразвукового исследования сосудов - это результат разработки современной аппаратуры, которая позволяет под контролем экрана монитора исследовать сосуд в режиме реального времени, увидеть просвет сосуда, структуру сосудистой стенки, оценить и измерить параметры кровотока, определить клапанную недостаточность вен. [2]

В своей работе я предлагаю методику, которая позволила бы диагностировать различные патологии артериальных сосудов у спортсменов, выявлять отклонения от нормы на ранних стадиях неинвазивно, устанавливать взаимосвязь показателей индекса периферического сопротивления с различными сердечно-сосудистыми отклонениями. Эта методика за короткий промежуток времени и довольно точно могла бы выявлять проблемы сосудов человека.

В данной работе будет рассматриваться измерение пульсовой волны после окклюзии с помощью аппарата УЗИ, и по зависимости индекса периферического сопротивления от времени будет производиться оценка состояния сосудов спортсменов.

Целью работы является анализ методики ультразвуковой диагностики для установления взаимосвязи показателей индекса периферического сопротивления сосудов с ремоделированием сосудистой системы спортсменов.

Задачи:

1. Провести литературный обзор методов диагностики состояния сосудистой системы спортсменов.

2. Описать метод ультразвуковой диагностики состояния сосудистой системы.

3. Измерить зависимости индекса отражения ретроградной волны и индекса отражения антеградной волны от времени.

4. Обосновать различия в индексах отражения ретроградной волны и индексах отражения антеградной волны у спортсменов и у нетренированных людей.

Структура и объем работы. Бакалаврская работа состоит из введения, 4 разделов, заключения, списка использованных источников. Общий объем работы – 40 страниц, из них 36 – основное содержание, включая 10 рисунков и 2 таблицы; список использованных источников информации – 21 наименование.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Анатомическое строение стенок сосудов

Кровеносные сосуды представляют собой упругие трубчатые образования, по которым перемещается кровь по организму. В зависимости от направления движения крови относительно сердца, сосуды кровеносной системы разделяют на вены и артерии. Размеры сосудов и их морфологический состав зависят от локализации в сосудистой сети, возраста, системных заболеваний и др.

Стенку кровеносного сосуда (за исключением капилляров) условно можно разделить на три слоя: tunica intima(интима)- внутренний слой, tunica media(медиа)-средний слой, tunica adventitia(адвентиция)- внешний слой (см.фиг.1).



Фиг.1. Строение стенки кровеносного сосуда

Интима состоит из:

- 1) слоя эндотелиальных клеток, выстилающих стенку сосуда;
- 2) тонкой базальной мембраны
- 3) субэндотелиального слоя, состоящего из коллагеновых волокон, упругих фибрилл, гладкомышечных клеток и некоторого количества фибробласта.

Медиа-средний слой стенки кровеносного сосуда, состоит из гладкомышечных клеток, различного числа упругих мембран, эластиновых и коллагеновых волокон.

Адвентиция состоит из фибробластов, фиброцитов и пучков коллагеновых волокон. Абсолютно у всех артерий и большинства вен (за исключением крупных) во внешнем слое отсутствуют гладкомышечные клетки. Почти для всех сосудов коллагеновые волокна являются доминирующим структурным компонентом в адвентиции.

2. Влияние спортивных тренировок на сердце

Физиологическое спортивное сердце отличается от сердца нетренированного человека следующими особенностями: уменьшается частота сердечных сокращений не только в состоянии покоя, но и при любых нагрузках, повышается коэффициент полезного действия, повышается систолический объем крови, улучшается сократительная способность миокарда и усиливается центральное и периферическое кровообращение. Вес сердца тренированного человека больше, чем нетренированного. Объем сердца у людей, занимающихся физическим трудом, также значительно больше, чем объем сердца нетренированного человека.

Хорошее функциональное состояние физиологического спортивного сердца – это проявление долговременной адаптации, обеспечивающей осуществление ранее недоступной по интенсивности и длительности физической работы. Выраженность функциональных сдвигов и морфологических изменений сердечно-сосудистой системы зависит от величины нагрузки, спортивного мастерства, уровня работоспособности, физиологических особенностей организма спортсмена.

3. Методы исследования ССС спортсменов

Число методов, нашедших сегодня применение в спортивной кардиологии, чрезвычайно велико и включает в себя практически весь методический арсенал, которым располагает современная кардиология.

Очевидно, что останавливаться на всех этих методах практически невозможно. В данной работе будет рассмотрена ультразвуковая диагностика.

Метод ультразвукового исследования сердца широко применяется в последние годы в спортивной практике и позволяет получить данные о характере морфологической перестройки сердца у спортсменов.

По показателям можно судить о характере приспособительных реакций сердечно-сосудистой системы к физическим нагрузкам, развитию процесса тренированности и возникновении патологических состояний у спортсменов. Оценка ультразвуковых параметров спортсменов должна принимать во внимание специфику вида спорта.[13]

В четвертом разделе «Ультразвуковая диагностика артериальных сосудов спортсменов по измерениям индекса периферического сопротивления после окклюзионной пробы» описан метод, по которому проводились эксперименты, посвящен анализу пульсовой волны по параметру RI.

Предлагаемый метод выявления патологий производится в достаточно короткий период времени, не требует дополнительной подготовки пациента. Данный метод позволил бы диагностировать различные патологии сердечно-сосудистой системы, выявлять отклонения от нормы на ранних стадиях неинвазивно, устанавливать взаимосвязь показателей индекса периферического сопротивления с различными сердечно-сосудистыми патологиями.

Форма пульсовой волны регистрируется с помощью двух пневматических датчиков давления, подключенных к окклюзионной манжете. При проведении измерений манжета накладывается на плечо пациента и накачивается до необходимого давления, которое определяется у каждого пациента индивидуально. По форме пульсовой волны, в частности, по крутизне систолического подъема и скорости изменения пульсовой волны можно оценить величину эластичности артериальных сосудов и периферического сопротивления. [16]

Общая продолжительность эксперимента не превышает 5 минут, включая в себя окклюзию. Пациент не испытывает за это время никаких неудобств, связанных с накачиванием манжеты.

Для анализа количественных показателей кровотока был выбран показатель RI. Этот параметр характеризует состояние периферического сопротивления исследуемом сосудистом бассейне.

Ретроградный кровоток - это ток крови в направлении, обратном естественному, существующему в норме (или антеградному) кровотоку. [19]

Величина индекса отражения ретроградной волны равна отношению максимальной отрицательной диастолической скорости кровотока к пиковой систолической скорости кровотока:

$$\frac{V_d}{V_{ps}}$$

где V_d – отрицательная диастолическая скорость кровотока (оценивается только в артериях с высоким периферическим сопротивлением), V_{ps} – пиковая систолическая скорость кровотока.

Величина индекса отражения антеградной волны равна отношению пиковой диастолической скорости кровотока к пиковой систолической скорости кровотока:

$$\frac{V_{ed}}{V_{ps}}$$

где V_{ed} – максимальная диастолическая скорость кровотока, V_{ps} – пиковая систолическая скорость кровотока. [20]

На рис.4. приведены обозначения величин, входящих в выражения для коэффициентов отражения.

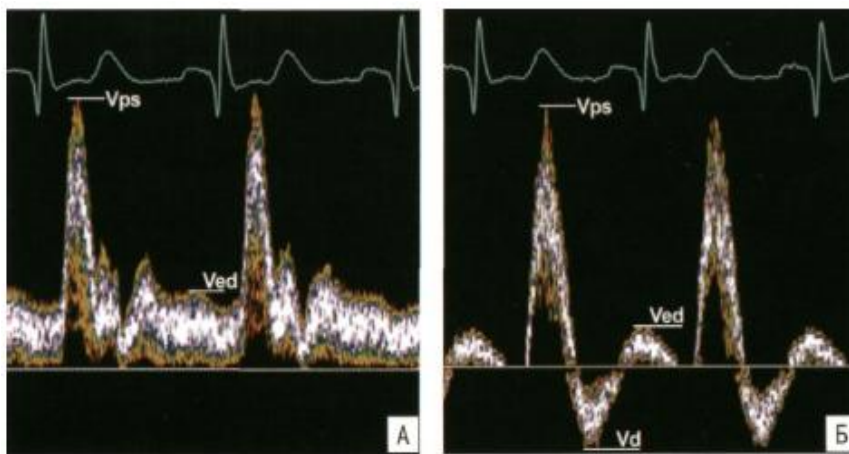


Рис.4. – Доплеровские изменения потоков в артериях с высоким и низким периферическим сопротивлением. А. Измерение пиковой систолической и максимальной конечной диастолической скоростей потока в артериях с низким периферическим сопротивлением. Б. Измерение пиковой систолической, диастолической и максимальной конечной диастолической скоростей потока в артериях с высоким периферическим сопротивлением.

Для данной работы были приглашены: спортсмен КМС и нетренированный человек. Испытуемому накладывалась манжета на плечо, с помощью груши накачивалась до определенного давления и с помощью пневматического датчика производилась регистрация пульсовой волны. Регистрация пульсовой волны проводилась в течение 10 секунд до окклюзии. Полученные данные выводились на экран. Далее создавалась окклюзия на плече на 1 минуту, и вновь регистрировалась пульсовая волна в течение 2 минут после окклюзии.

Анализ полученных пульсовых волн с манжет проводился в Excel.

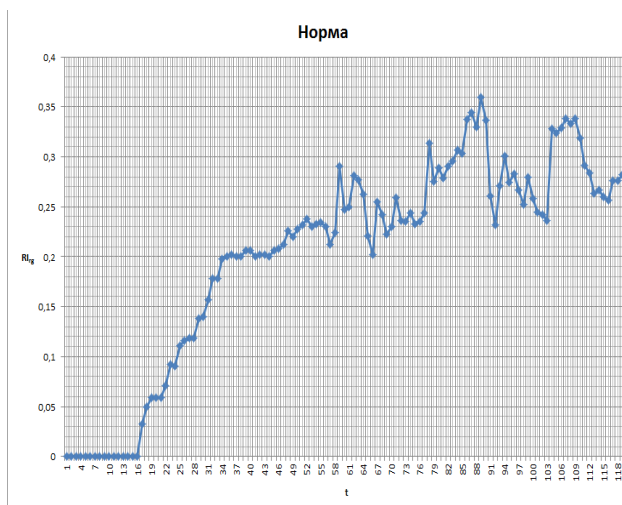


Рис. 6.1 Зависимость индекса отражения ретроградной волны от времени после окклюзии. Нетренированный человек.

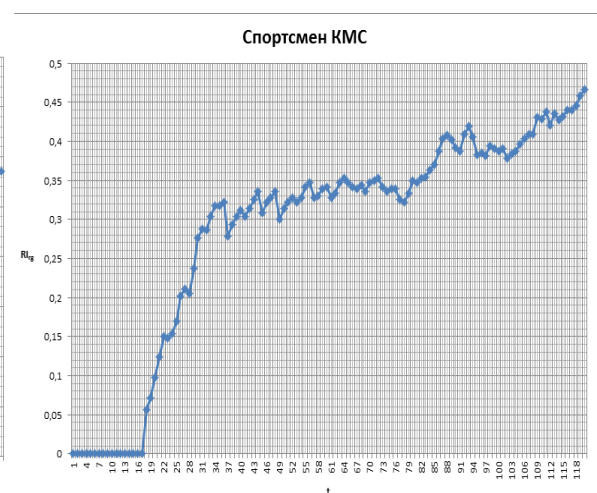


Рис 6.2 Зависимость индекса отражения ретроградной волны от времени после окклюзии. Спортсмен КМС.

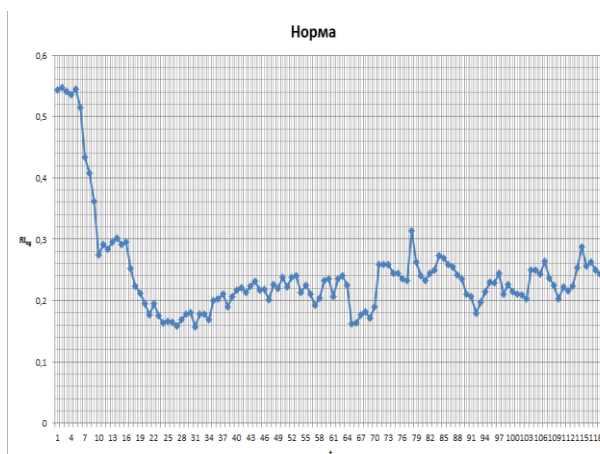


Рис 7.1 Зависимость индекса отражения антеградной волны от времени после окклюзии. Нетренированный человек.

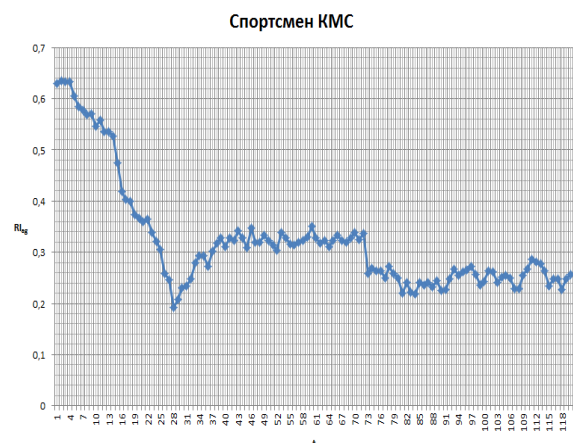


Рис.7.2 Зависимость индекса отражения антеградной волны от времени после окклюзии. Спортсмен КМС.

Как следует из результатов измерений, приведенных на рис. 6.1 и 6.2, индекс отражения ретроградной волны после окклюзии у спортсмена достигает больших значений, чем у нетренированного человека. Как следует из результатов измерений, приведенных на рис. 7.1 и 7.2, индекс отражения

антеградной волны после окклюзии у спортсмена также имеет большее значение, чем у нетренированного человека.

Обнаруженные закономерности можно объяснить тем, что сосуды спортсмена имеют более высокое сопротивление из-за ремоделирования гладких мышц, окружающих периферические сосуды. Последний факт может быть использован для оценки степени тренированности спортсменов и ремоделирования их сосудистой системы.

Заключение

В ходе выполнения работы получены следующие результаты:

Проведен литературный обзор методов диагностики состояния сосудистой системы спортсменов.

Описан метод ультразвуковой диагностики состояния сосудистой системы.

Измерены зависимости индекса отражения ретроградной волны и индекса отражения антеградной волны от времени.

Обоснованы различия в индексах отражения ретроградной волны и индексах отражения антеградной волны у спортсменов и у нетренированных людей.

Показано, что индекс отражения ретроградной волны после окклюзии у спортсмена достигает больших значений, чем у нетренированного человека, и индекс отражения антеградной волны после окклюзии у спортсмена также имеет большее значение, чем у нетренированного человека.

Обнаруженные закономерности можно объяснить тем, что сосуды спортсмена имеют более высокое сопротивление из-за ремоделирования гладких мышц, окружающих периферические сосуды. Последний факт может быть использован для оценки степени тренированности спортсменов и ремоделирования их сосудистой системы.

Список литературы

1. Гамилов, Т.М. Роль численного эксперимента в исследовании патологий сердечно-сосудистой системы [Текст] / Т.М. Гамилов, С.С. Симаков, А.С. Холодов//Экспериментальная медицина.- Москва,2013. С.5-6.
2. Ультразвуковая диагностика патологии сосудистой системы [Электронный ресурс].– Режим доступа: http://doctorspb.ru/articles.php?article_id=1087
3. Сердечно-сосудистая система: строение и функции [Электронный ресурс]// Здоровье. 2 с.- Режим доступа: <https://yandex.ru/health/turbo/articles?id=7724>
4. Соловьева О. Здоровое сердце: Сердечно-сосудистая система – Спб.: Амфора. ТИД Амфора, 2015. – 62 с.
5. Василевский, Ю.В. Об эластичности сосудов в одномерных моделях гемодинамики[Текст] / Ю.В. Василевский, В.Ю. Саламатова, С.С. Симаков.-Москва,2015. С.2-4.
6. Смоляков Е.В. Влияние физических упражнений на кровеносно-сосудистую систему. – Кострома, 2018. – 4.
7. Jonathan Groot H. Trinity Joel D., Layec Gwenael, Matthew J. Rossman, Stephen J. Ives. The role of nitric oxide in passive leg movement-induced vasodilatation with age: insight from alterations in femoral perfusion pressure // The Journal of Physiology. 593.17 (2015). pp 3917–3928
8. Kumar.S. Cardiovascular fitness between sports women and nonsports women: Comparative study//International Journal of Physical Education, Sports and Health 2016; 3(1): 229-231.
9. Методические рекомендации по исследованию сердечно-сосудистой системы спортсменов с применением методов математического моделирования для выявления ограничивающих спортивный

- результат факторов [Электронный ресурс].– Режим доступа:
<https://csp-athletics.ru/images/doc/metod/control/metod-control-13.pdf>
10. Jayson R. Gifford and Russell S. Richardson. Ultrasound Assessment of Vascular Function with the Passive Leg Movement Technique // Articles in Press. J Appl Physiol. 2017.
 11. Masahiro Horiuchi, Koichi Okita. Blood Flow Restricted Exercise and Vascular Function // International Journal of Vascular Medicine. 2012. P. 17.
 12. Ryosuke Shimizu. Low-intensity resistance training with blood flow restriction improves vascular endothelial function and peripheral blood circulation in healthy elderly people // European Journal of Applied Physiology. 2016. P. 749-757.
 13. Методы исследования сердечно-сосудистой системы в спортивной медицине [Электронный ресурс]. – Режим доступа:
https://knowledge.allbest.ru/medicine/3c0a65625a3bd79b5c53a88521306c37_0.html
 14. Ультразвуковое излучение и медицина [Электронный ресурс] // Медицина и здоровье. 1 с. – Режим доступа:
<http://mirznanii.com/a/145952-2/ultrazvukovoe-izluchenie-i-meditsina>
 15. Yoji Suzuki, Katsumi Tsukagoshi. Effect of alteration of peripheral blood flow on the central circulation in man during supine cycling in different ambient temperatures // European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology. 1980. P. 69-80.
 16. Лелюк. В.Г. Ультразвуковая ангиология [Текст] / В.Г. Лелюк, С.Э. Лелюк. – Москва, 2003. С.86-87.
 17. Гогин.Е.Е., Пульсовая волна и пути возрастной инволюции / Е.Е. Гогин // Клиническая геронтология. – 2007. – 3-5.

18. Берестень. Н.Ф., Кардиосовместимая доплерография кавального кровообращения печени/ Н.Ф. Берестень, С.Н. Романов, Л.И. Барвиченко, А.О. Цыпунов// SonoAce International.-2003.- 11.- 38-47.
19. Энциклопедия [Электронный ресурс].– Режим доступа: <http://www.cnsnb.ru/AKDiL/0049/base/RR/002518.shtm>
20. Усанов.Д.А., Скрипаль А.В., Кащавцев Е.О. // Письма в ЖТФ. 2013. Т. 39. В. 5. С. 82.
21. Duarte-Mendes.P., Paulo.R., Coelho.P., Francisco Rodrigues.P., Marques.V., Mateus.S. Variability of Lower Limb Artery Systolic–Diastolic Velocities in Futsal Athletes and Non-Athletes: Evaluation by Arterial Doppler Ultrasound//*Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17 (2), 570