

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

**ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ
ЧЕЛОВЕКА ПО ФОРМЕ ПУЛЬСОВОЙ ВОЛНЫ**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 462 группы
направления 12.03.04 «Биотехнические системы и технологии», профиля
подготовки «Медицинская физика»
факультета nano- и биомедицинских технологий
Сапаргалиева Мурата Даулеткалиевича

Научный руководитель
доцент, к.ф.-м.н.

_____ С. Ю. Добдин
подпись, дата

Зав. кафедрой
профессор, д. ф.-м. н.

_____ А.В. Скрипаль
подпись, дата

Саратов 2017

Введение

Актуальность темы. Заболевания сердечно-сосудистой системы являются причиной высокой смертности среди населения. По оценкам, в 2008 году от сердечно-сосудистых заболеваний умерло 17,3 миллиона человек, это составило 30% всех случаев смерти в мире. Раньше заболеваниями сердечно-сосудистой системы страдали в основном люди пожилого возраста. Самым распространенным заболеванием сердца сейчас является ишемическая болезнь, которая проявляется приступами стенокардии, а самое распространенное заболевание сосудов - нарушение их тонуса, которое чаще всего приводит к спазмам и повышению давления. В связи с этим диагностика сердечно-сосудистой системы является актуальной.

В настоящее время для диагностики состояния сердечно-сосудистой системы используются такие методы, как электрокардиография, доплер-эхокардиография, ритмокардиография, фотоплетизмография и другие. Информацию о состоянии сердечно-сосудистой системы несет также пульсовая волна, на анализе которой основан метод сфигмографии [1]. В своей работе я предлагаю методику, которая позволила бы диагностировать различные патологии сердечно-сосудистой системы, выявлять отклонения от нормы на ранних стадиях неинвазивно, устанавливать взаимосвязь показателей жесткости с различными сердечно-сосудистыми факторами риска. Эта методика за короткий промежуток времени и довольно точно могла бы выявлять проблемы сосудов человека.

В данной работе будет рассматриваться измерение формы пульсовой волны до и после физических нагрузок с помощью пневматического датчика, и по форме пульсовой волны будет производиться оценка состояния сосудов человека.

Цель работы: исследовать влияние физической нагрузки на форму пульсовой волны.

Задачи:

1. Провести критический анализ методов регистрации и анализа пульсовой волны;
2. Разработать методику регистрации анализа пульсовой волны до и после физической нагрузки;
3. Установить связь форм пульсовой волны и параметра, характеризующего риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний.

Структура и объём работы. Бакалаврская работа состоит из введения, 4 разделов, заключения, списка использованных источников. Общий объём работы - 41 страница, из них 36 страниц - основное содержание, включая 24 рисунка и 1 таблицу; список использованных источников информации - 27 наименований.

КРАТКОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Особенности строения сердечно-сосудистой системы человека

Сердечно-сосудистая система играет важную роль в жизни человека. Она выполняет транспортную, дыхательную функции, обеспечивая органы и ткани человека белками, углеводами, витаминами, кислородом. Сосуды разносят гормоны, а также антитела, выполняя тем самым регуляторную и защитную функции. Кровеносная система состоит из сердца и кровеносных и лимфатических сосудов различного калибра. Сердце представляет собой своеобразный мышечный насос, обеспечивающий движение крови по замкнутой системе сосудов, доставляя питательные вещества к жизненно важным органам. Ежеминутно сердце перекачивает в кровеносную систему около 6 л крови, в сутки — свыше 8 тыс. л, в течение жизни (при средней продолжительности - 70 лет) — почти 175 млн. л крови [2].

Сосуды человека имеют различный диаметр, толщину стенок, поэтому они подразделяются на венулы, вены, артериоло-венозные анастомозы, капилляры, артериолы, артерии [3]; сосуды системы микроциркуляторного русла осуществляют взаимосвязь между артериями и венами. Сосуды разных типов отличаются не только по своей толщине, но и по тканевому составу и как следствие, функциональным особенностям (рис.1.) [4].

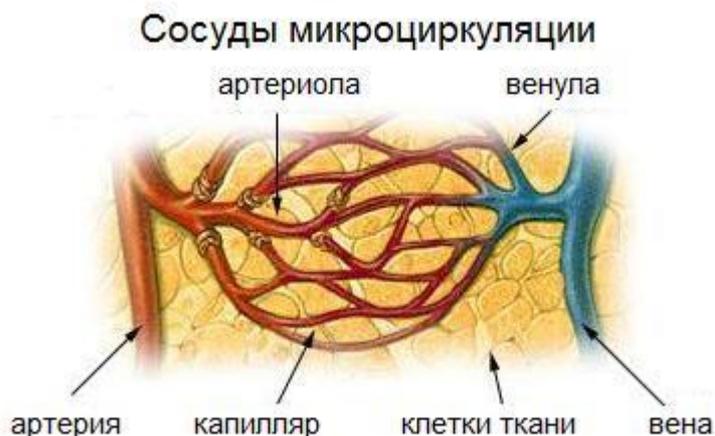


Рисунок 1 - Сосуды микроциркуляции.

2. Понятие пульсовой волны

Артериальный пульс вызывается волной повышенного давления, возникающей в результате выбрасывания крови из сердца в аорту и распространяющейся по артериям при каждом сокращении сердца. Эта волна называется пульсовой волной [6].

Рассмотрим в наиболее упрощенном виде ход распространения волны давления в артериях при систоле сердца. В момент систолы некоторый объем крови поступает в аорту, давление в начальной части ее повышается, стенки растягиваются. Затем волна давления распространяется дальше по сосудистому руслу к периферии – мы ощущаем ее как биение пульса. Пульсовая волна распространяется с большой скоростью – от 5 до 10 и даже 20 м/сек, в течение всего времени систолы артерии растянуты на всем своем протяжении, вследствие чего пульсовую волну нельзя представлять в виде ограниченного вздутия, которое движется по направлению от центра к периферии. Волна давления вызывает более или менее равномерное расширение артерий на всем их протяжении, которое длится в течение всего времени изгнания.

3. Методы регистрации пульсовых волн

В данном разделе кратко рассматриваются методы регистрации пульсовых волн, такие как сфигмография, плетизмография, осциллометрический метод и бесконтактные методы.

В четвертом разделе «Исследование сосудистой системы человека по форме пульсовой волны» описан метод, по которому проводились эксперименты, посвящен анализу пульсовой волны по параметру ПЗ

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 жесткости с различными сердечно-сосудистыми факторами риска.

Форма пульсовой волны регистрируется с помощью пневматического датчика давления, подключенного к манжете. При проведении измерений манжета накладывается на плечо пациента и накачивается до необходимого давления, которое определяется у каждого пациента индивидуально, в зависимости от формы пульсовой волны, выводимой на экране. Сигнал пульсовой волны регистрируется под манжетой, что может вносить погрешность в результат измерений его формы. Вместе с оценкой формы пульсовой волны на двух манжетах, определяется скорость распространения пульсовой волны.

Общая продолжительность эксперимента не превышает 5 минут. Пациент не испытывает за это время никаких неудобств, связанных с накачиванием манжет.

Для анализа формы пульсовой волны использовали амплитудный параметр Π_3 , вычисляемый на нисходящем участке (катакроте) по модулю второй производной от времени d^2A/dt^2 :

$$\Pi_3 = \frac{10^3}{N} \sum \left| \frac{d^2 A}{dt^2} \right| \quad (4)$$

где N – количество точек пульсовой волны, в которых вычислялась вторая производная по времени. В данной работе был наиболее интересен параметр Π_3 , так он отвечает за риск возникновения сердечно-сосудистой недостаточности (рис. 20).

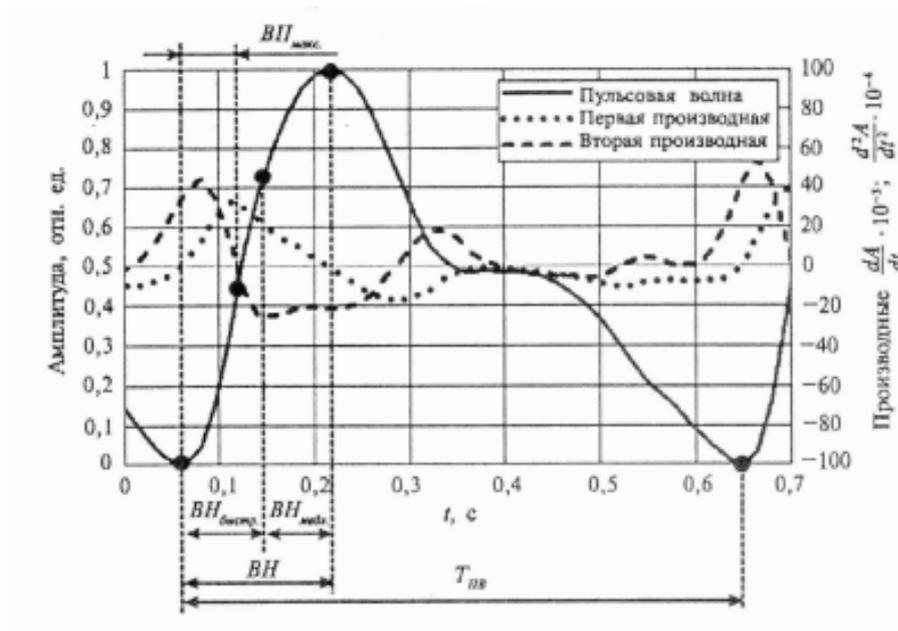
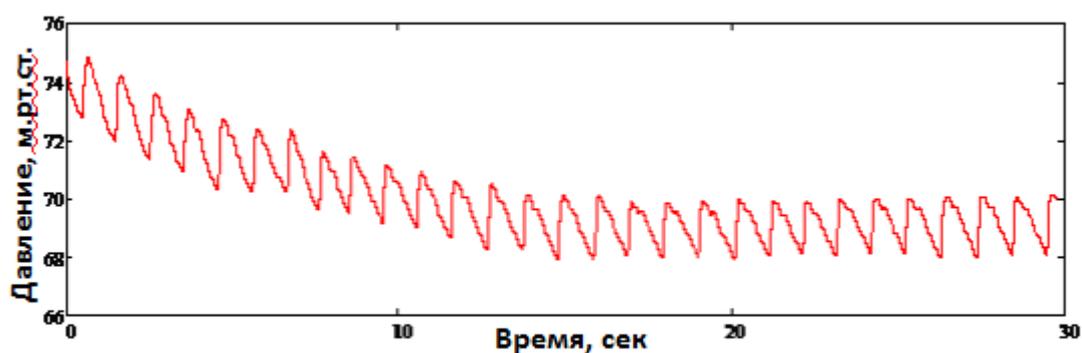
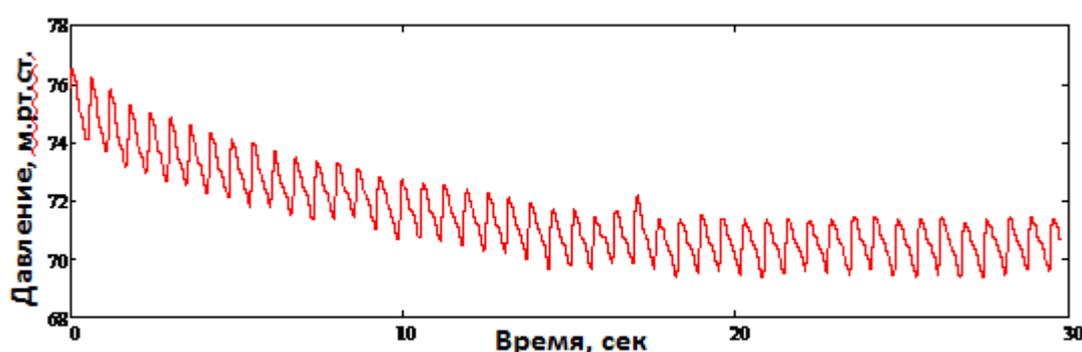


Рисунок 20 – Методика расчета параметров Π_1 , Π_2 , Π_3 .

Для данной работы была набрана группа из 7 студентов, 19-22 лет. Перед проведением эксперимента была написана программа в LabVIEW, которая позволяла вывести на экран регистрируемые пульсовые волны. Испытуемому накладывалась манжета на плечо, с помощью груши накачивалась до определенного давления и с помощью станции NIELVIS и пневматического датчика производилась регистрация пульсовой волны. Регистрация пульсовой волны проводилась в течение 30 секунд. Затем регистрировалась пульсовая волна после того, как испытуемый сделает 30 приседаний. Полученные данные выводились на экран программным обеспечением National Instruments LabVIEW 2012. После получения двух сигналов пульсовых волн был произведен анализ в Mathcad (рис.24).



Пульсовая волна до физ. нагрузок



Пульсовая волна после физ. нагрузок

Рисунок 24 – Пульсовая волна до и после нагрузки

Результаты анализа пульсовых волн:

Параметры до:

Ср.давление 71 м.рт.ст.

ЧСС 58

ПЗ 15,6

ВКЦ 1,035

Параметры после:

Ср.давление 73 м.рт.ст.

ЧСС 93

ПЗ 12,5

ВКЦ 0,642

Результаты анализа приведены в табл.1.

Табл.1 Результаты исследования

Испытуемый	Эксперимент (До и после нагрузки)	Давление	Ср.д.	Ср.амп.	ЧСС	tКИ	П1	П2	ПЗ
№1, 20 лет	До	80	55	2,9	83	0,724	0,131	0,174	19,9
	После	80	58	2,7	94	0,638	0,152	0,206	15,6
№2, 19 лет	До	80	50	2,7	65	0,923	0,131	0,175	23,8
	После	80	55	2,4	69	0,865	0,135	0,199	23,3
№3, 20 лет	До	90	56	3,44	67	0,899	0,127	0,217	8,6
	После	90	59	2,6	78	0,766	0,137	0,205	9,4
№4, 21 год	До	90	59	1,7	96	0,628	0,182	0,278	7,7
	После	90	64	1,4	127	0,474	0,197	0,241	6,3
№5, 20 лет	До	70	38	1,5	86	0,701	0,128	0,203	8,7
	После	70	46	1,7	103	0,582	0,152	0,279	7,2
№6, 19 лет	До	80	49	2,7	63	0,948	0,111	0,231	8,8
	После	80	57	2,1	111	0,540	0,179	0,244	5,7
№7, 21 год	До	75	71	2,13	58	1,035	0,095	0,153	15,6
	После	75	73	2,08	93	0,642	0,139	0,189	12,5

Установлено, что после физической нагрузки показатель ПЗ для испытуемого (рис. 24) уменьшился. Подобные результаты были получены для большинства испытуемых.

Заключение

В ходе работы было исследовано влияние физической нагрузки на форму пульсовой волны. Были выполнены следующие задачи:

1. Проведён критический анализ методов регистрации и анализа пульсовой волны;
2. Разработана методика регистрации и анализа пульсовой волны до и после физической нагрузки;
3. Установлена связь форм пульсовой волны и параметра, характеризующего риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний.

Было установлено, что для большинства испытуемых показатель ПЗ после физической нагрузки уменьшился, что свидетельствует об изменении тонуса сосудистой системы.

Список использованных источников

1. Валтнерис А.Д. Сфигмография при гемодинамических измерениях в организме. Риж. мед. ин-т.- Рига: "Зинатне", 1976. 166 с.
2. Соловьева О. Здоровое сердце: Сердечно-сосудистая система. Спб.: Амфора. ТИД Амфора, 2015. - 62 с.
3. URL:<http://www.e-anatomy.ru> (дата обращения: 24.05.2016) Анатомия. Виртуальный класс. Строение человека. Яз. рус.
4. URL: http://vmede.org/sait/?page=10&id=Anatomija_bili4_t2&menu (дата обращения: 24.05.2016) SMF. Яз. рус.
5. Парфенов А.С. Ранняя диагностика сердечно сосудистых заболеваний с использованием аппаратно-программного комплекса «Ангиоскан-01» // Поликлиника. 2012. №2. С. 70-74.
6. Амосова Е.Н. Клиническая кардиология. - Киев: Здоровья, 1998. - Т.1. - 704 с.
7. Пульсовые колебания артериального давления. Изменение пульсового давления //MedUniver [сайт] URL: <http://meduniver.com/Medical/Physiology/590.html> (дата обращения: 21.04.2013).
8. Савицкий Н.Н. Биофизические основы кровообращения и клинические методы изучения гемодинамики. - Л.: Медицина, 1974. - 311 с.
9. Афанасьев С., Сорока О. Обзор информационной значимости фотоплетизмограмм // Щорічник наукових праць Асоціації серцево-судинних хірургів України. 2009. №17.
10. Гайтон А., Холл Дж. Медицинская физиология. - М.: Логосфера. 2008. - 1256 с.
11. Покровский В.И. Малая медицинская энциклопедия. - М.: Медицина. 1996. - Т.5 - 593 с.
12. 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.

13. Валтнерис А.Д., Яуя Я.А. Сфигмография как метод оценки изменений гемодинамики под влиянием физической нагрузки. - Рига: Зинанте, 1988, - 110 с.

14. Малиновский Е.Л. Учебно-методическое пособие по использованию пальцевой фотоплетизмографии. // Корпорация "Токран"[сайт]. URL: http://www.tokranmed.ru/metod/fpg_metod.htm (дата обращения: 17.04.2013).

15. Рогоза А.Н. Методы неинвазивного измерения артериального давления. // Медицинский справочник | Медицинская энциклопедия[сайт]. URL: <http://medmore.ru/medical.php?id=2093> (дата обращения: 17.04.2013).

16. Ul'yanov S.S., Ryabukho V.P., Tuchin V.V. Speckle interferometry for biotissue vibration measurement // Opt. Eng. 1994. Vol.33, №3. P. 908-914.

17. Аксёнов Е.Т., Мокрова Д.В., Кафидова Г.А. Дифференциальный оптический спекл-датчик формы пульсовой волны // Биомедицинская радиоэлектроника. 2011. № 2. С. 60-64.

18. Hast J., Myllyla R., Sorvoja H., Miettinen J. Arterial pulse shape measurement using self-mixing effect in a diode laser // Quantum Electronic. 2002. Vol. 32. No. 11. P. 975-980.

19. Meiges K., Hiurikus H., Kattai R., Lass J. Self-mixing in a diode laser as a method for cardiovascular diagnostics // Journal of Biomedical Optics. 2003. Vol. 8. No. 1. P. 152-160.

20. Усанов Д.А., Скрипаль А.В., Кашавцев Е.О. Определение формы пульсовой волны по сигналу полупроводникового лазерного автодина // Письма в ЖТФ. 2013. Том 39, выпуск 5. С.82-87.

21. Патент РФ № 97103976/28, 20.05.2000.

Способ измерения перемещений // Патент России № 97103976/28. 2000. Бюл. № 28. / Тухватуллин Р.А.; Сагитов Р.Г.; Виноградова И.Л..

22. Писарев А.П., Писарев М.А., Голобокова Е.М. Разработка прибора для мониторинга критических состояний ССС на основе гидроманжетного тонометра // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. №12-6. С.105-107.

23. 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.

24. Милягин В.А., Филичкин Д.Е., Шпынев К.В., Шпынева З.М., Милягина И.В. Контурный анализ центральной и периферических пульсовых волн у здоровых людей и больных артериальной гипертензией // Артериальная гипертензия. 2009. Т.15, №1. С. 78-85.

25. Anastasya N. Markina, Alexandr A. Fedotov. Spectral method of photoplethysmogram processing for screening of atherosclerosis // Journal of Biomedical Photonics & Engineering. 2015. №2. P.1-5.

26. Парфёнов А.С. Экспресс-диагностика сердечно-сосудистых заболеваний // Мир измерений. 2008. №6. С.74-82.

27. Усанов Д.А., Протопопов А.А., Бугаева И.О., Скрипаль А.В., Аверьянов А.П., Вагарин А.Ю., Сагайдачный А.А., Кашавцев Е.О. Устройство оценки риска возникновения сердечно-сосудистой недостаточности при физической нагрузке. // Медицинская техника. 2012. №2. С. 34-37.