

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

Кафедра медицинской физики

**Анализ артериальных сосудов у молодых спортсменов
по форме пульсовой волны с помощью фотоплетизмографии**

АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 451 группы

по направлению 03.03.02 – Физика

факультета нано- и биомедицинских технологий

Садиговой Лауры Хафизовны

Зав. кафедрой
Научный руководитель
профессор, д.ф.-м. н

_____ А. В. Скрипаль

Саратов 2020

Введение. Умеренная физическая активность связана со снижением риска развития сердечно-сосудистых заболеваний. Тем не менее, юные спортсмены выполняют упражнения по 10 - 20 часов в неделю с интенсивностью, превышающей умеренные нагрузки на сегодняшний день. В связи с этим сердечно-сосудистая система должна увеличивать свою работу в 5 - 6 раз по сравнению с умеренной нагрузкой. Это может привести к потенциально патологическим заболеваниям сердечно-сосудистой системы (ССС).

Развитие организма юных спортсменов, возрастное становление морфологических признаков, функциональных параметров и двигательных функций происходит неравномерно, волнообразно. Периоды усиленного роста, сочетающиеся со значительной активацией энергетических и обменных процессов, сменяются периодами замедленного роста, сопровождающимися наибольшим накоплением массы тела и преобладанием процессов дифференцировки. Такая неравномерность развития, обусловленная генетическими и средовыми факторами, подчас сопровождается гетерохронизмом одних функций и компенсацией других.

Основной процесс сосудистой адаптации к физическим упражнениям еще не до конца понят и едва ли исследован у юных спортсменов. Повышенное кровяное давление и скорость пульсовой волны, желудочковая гипертрофия, аритмия, и даже внезапная сердечная смерть (ВСС) было исследовано у взрослых спортсменов. Однако, исследования сердечно-сосудистой системы у детей, ее связь с интенсивностью и типом упражнений редки. Поэтому исследование влияния физических нагрузок на сердечно-сосудистую систему у молодых спортсменов очень важно, так как не следует забывать, что в отличие от сформированного морфофункционального состояния организма взрослого спортсмена растущий организм юных спортсменов характеризуется сложными анатомо-физиологическими и адаптационными возможностями в ходе выполнения тренировочных и соревновательных нагрузок нужного объема и интенсивности.

Установленные закономерности изменений показателей функции сосудистого эндотелия у юных спортсменов свидетельствуют о том, что при правильно организованном тренировочном процессе физические нагрузки инициируют стимуляцию эндотелиальной функции, а не ее повреждение. Это согласуется с представлением о том, что адаптивная реакция сосудистой системы определяется состоянием эндотелиальной функции и уровнем ее молекулярной регуляции, обеспечивающих необходимый физиологический оптимум.

Важно следить за молодыми спортсменами в течение всей карьеры для того, чтобы обнаружить патофизиологические изменения в сердечно-сосудистой системе как можно скорее.

Актуальность темы:

Исследование артериальных сосудов у юных спортсменов по пульсовой волне с помощью фотоплетизмографии в качестве неинвазивного, простого и недорогого метода для предотвращения сердечно-сосудистых заболеваний, в том числе внезапной сердечной смерти.

Цели и задачи работы:

Основной целью данной дипломной работы является анализ результатов сравнения фотоплетизмограмм артериальных сосудов у молодых спортсменов и контрольной группы.

В связи с целью были поставлены следующие задачи:

- 1) Проведение анализа особенностей ремоделирования сосудистой системы молодых спортсменов.
- 2) Исследование механизма формирования пульсовой волны при фотоплетизмографических измерениях.
- 3) Подготовка установки на базе рабочей станции NI ELVIS для проведения фотоплетизмографических измерений.
- 4) Проведение измерения пульсовой волны до и после окклюзионного теста в двух группах: юных спортсменов и группе «норма».

Теоретическая база исследований сформирована публикациями, которые посвящены темам исследования сердечно-сосудистой системы юных спортсменов и методам регистрации пульсовой волны.

Структура и объем работы: по своей структуре работа состоит из введения, 3-х глав, заключения и списка использованных источников.

Работа изложена на 39-ти страницах машинописного текста, содержит 43 рисунка и список литературы из 23 наименований.

Основное содержание работы. Во введении обосновывается актуальность выбранной темы и решаемых задач, формируется цель исследования и определяется научная новизна.

В первой главе рассматривается влияние активной физической (ФА) нагрузки на сердечно-сосудистую систему (ССС), особенности сердечно-сосудистой системы у спортсменов, механизм распространения пульсовой волны и работа фотоплетизмографии.

Известно, что молодые конкурентоспособные спортсмены тренируются от 10 – 20 часов в неделю с интенсивностью, превышающую рекомендации ВОЗ на сегодняшний день. В связи с этим сердечно-сосудистая система должна увеличить свою работу в 5-6 раз по сравнению с умеренной нагрузкой, что приводит к неблагоприятным изменениям сердечно-сосудистой системы.

У спортсменов происходит электрофизическая, структурная и функциональная миокард адаптация в ответ на непрерывные тренировки. Наблюдается увеличение левого и правого желудочков на 10-15%.

Вопреки положительным эффектам физической активности может возникнуть дезадаптация у ССС, приводящая к внезапной сердечной смерти.

В дополнение к сердечной адаптации к ФА, есть доказательства, что ФА также влияет на сосудистую систему. Чрезмерное увеличение ФА приводит к увеличению диаметра и уменьшению толщины стенки. Сосудистое ремоделирование происходит из-за ремоделирования сердца и вызвано высокой интенсивностью тренировки. Постоянно повышенный сердечный выброс приводит к неблагоприятному эффекту на эндотелии, увеличению жесткости сосудов. Риск внезапной сердечной смерти от остановки сердца увеличивается.

Рассматривается ремоделирование сердца — это процесс изменения миокарда. Оно вызвано гемодинамическим давлением и объемными нагрузками (увеличение частоты сердечных сокращений и фракции выброса, а также увеличение кровяного давления) и биохимическими посредниками, такими как эндотелин, цитокины, азот и окислительный стресс с помощью реактивных форм кислорода.

Было установлено, что эластические свойства магистральных сосудов могут быть определены методом контурного анализа периферической пульсовой волны. Контур периферической пульсовой волны формируется в результате взаимодействия между левым желудочком и сосудами большого круга кровообращения. Таким образом, фотоплетизмограмма отражает слияние двух пульсовых волн.

Характер пульсовой волны зависит от эластичности сосудистой стенки, частоты пульса, объема исследуемого участка ткани, ширины просвета сосудов. Считается, что частота и продолжительность пульсовой волны зависят от особенностей работы сердца, а величина и форма ее пиков – от состояния сосудистой стенки.

Фотоплетизмография является простым, неинвазивным, недорогим методом оценки реакции артериальных сосудов на окклюзионную пробу. Метод заключается в регистрации кровяного потока с использованием оптических сенсоров, работающих в ближней инфракрасной области, позволяющих надежно регистрировать пульсовую волну объема, и фоторезистора. Фоторезистор меняет сопротивление в зависимости от количества поглощенного света. Чем больше кровяной поток, тем больше света поглощается эритроцитами в тканях организма, следовательно, меньше света приходит на фоторезистор.

Во второй главе рассматриваются окклюзионный тест и установка NI ELVIS.

Основное назначение окклюзионной пробы как функциональной нагрузки состоит в провокации постокклюзионной гиперемии и связанных с нею реакций сосудов.

Перед пробой проводят измерение систолического давления. Блокировка кровотока может быть полной или частичной, окклюзия может осуществляться с помощью манжеты тонометра или жгута на одной или нескольких конечностях. Для создания артериовенозной окклюзии используют давление

манжеты на конечность, на 30-50 мм рт. ст. превышающего систолическое. С увеличением периода на окклюзии растет длительность реактивной гиперемии.

Регистрацию пульсовых волн обеспечивает программно-аппаратный комплекс с помощью настольной рабочей станции NI ELVIS, сохранение полученных данных в памяти компьютера, обработки информации на основе методов компьютерного анализа в программе LabView 8.5.

В состав программно-аппаратного комплекса входят: настольная рабочая станция NI ELVIS; NI USB DAQ-устройство M серии с типовым коннекторным блоком датчик давления MPX5050GP (Freescale Semiconductor); манжета; манометр; персональный компьютер; комплект программного обеспечения (LabView 8.5).

В третьей главе изложены: принцип проведения эксперимента, состав экспериментальной установки и результаты исследования.

Для данной работы была набрана группа гребцов 15-20 лет и группа не спортсменов 18-20 лет, где вторые выступали в роли контрольной группы.

Перед проведением эксперимента у каждого пациента измерялся диапазон, в котором лежит систолическое и диастолическое давление. Затем испытуемому накладывалась манжета на плечо, с помощью груши накачивалась до определенного систолического давления, и с помощью станции NI ELVIS и пневматического датчика производилась регистрация формы пульсовой волны в течение 15 секунд, потом создавалась окклюзия продолжительностью 3 минуты, для того чтобы появилось пережатие сосудистого русла, после чего давление в манжете сбрасывалось до диастолического, и производилась регистрация формы пульсовой волны в течение 40 секунд (рис. 1).

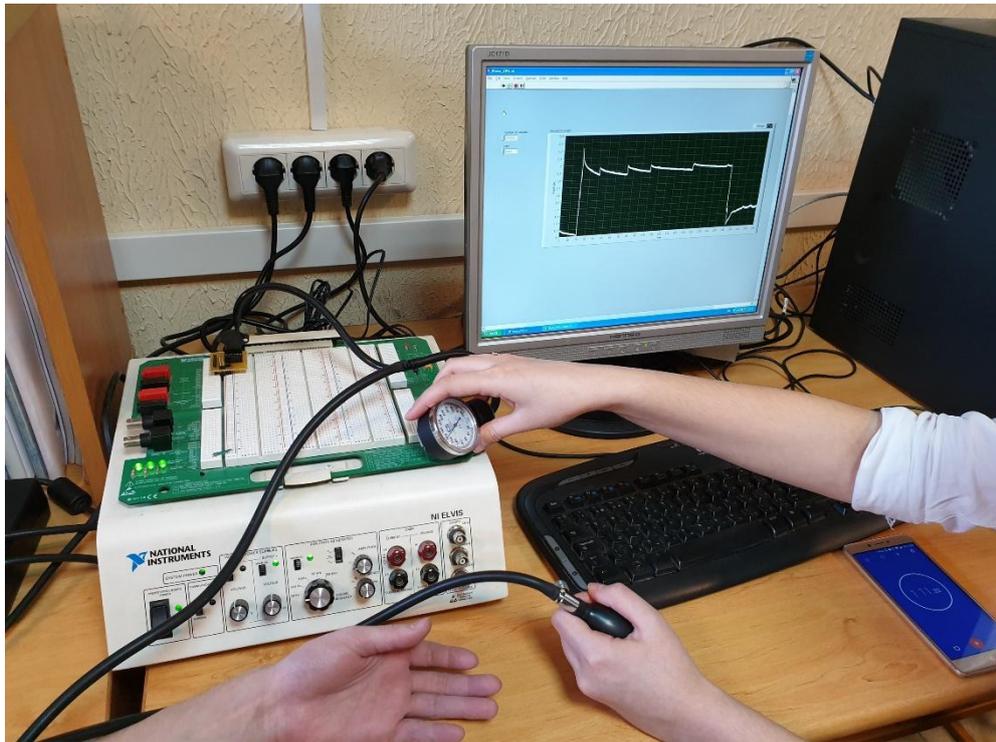


Рис. 1 – Регистрация пульсовой волны с помощью фотоплетизмографии.

В данном эксперименте с помощью окклюзии было изучено состояние артериальных сосудов у гребцов относительно не спортсменов, анализируя данные, полученные на фотоплетизмографии (рис. 2).

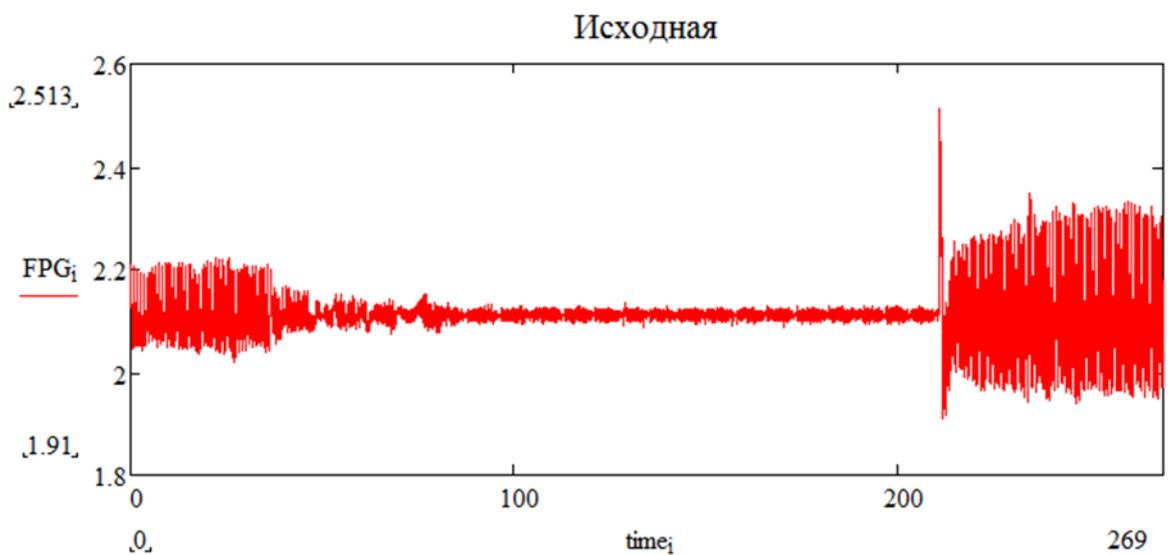


Рисунок 1 – Фотоплетизмограмма исследуемого.

Затем измерялась амплитуда пульсовой волны до окклюзии и так же после (рис. 3,4).

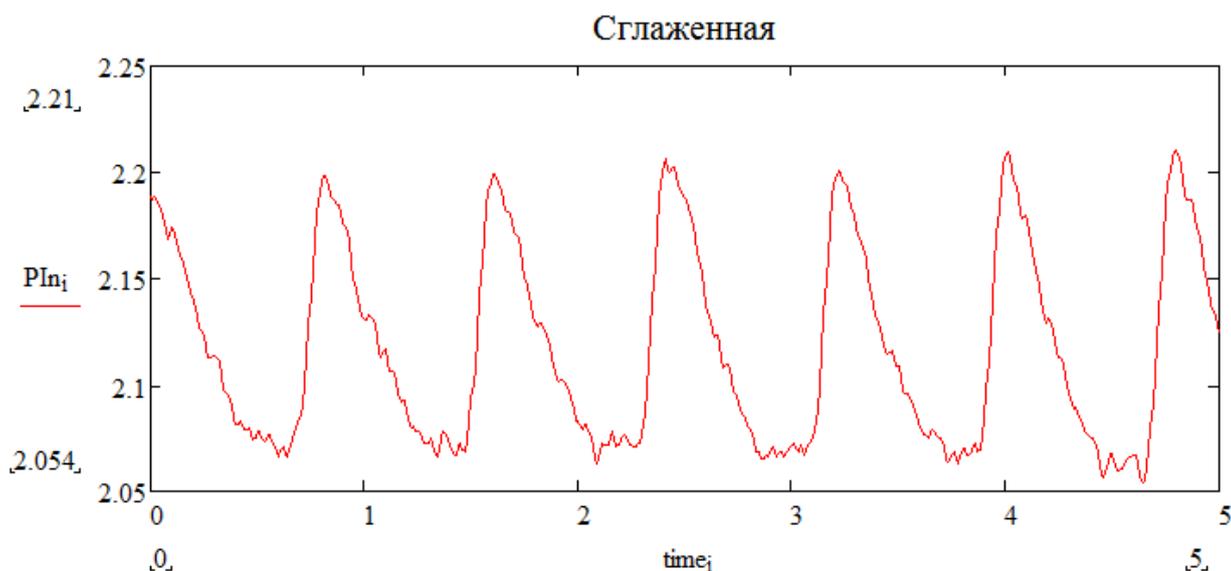


Рисунок 3 - Фотоплетизмограмма исследуемого до окклюзии.

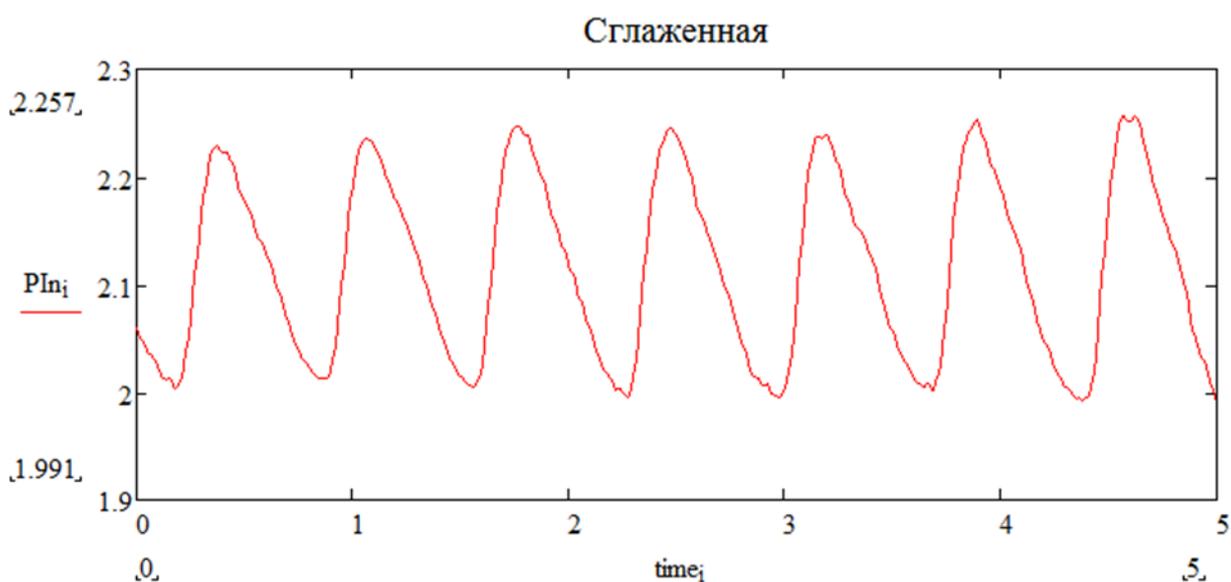


Рисунок 4 – Фотоплетизмограмма исследуемого после окклюзии.

Результаты окклюзионного теста оценки функции эндотелия рассчитывались в виде процента прироста амплитуды сигнала после окклюзии. Для этого исходную амплитуду принимали за 100%. Если амплитуда после окклюзии возросла более чем на 30%, это свидетельствовало о сохранённой функции эндотелия.

Анализ результатов окклюзионного теста показал, что в среднем у гребцов после окклюзии амплитуда увеличивалась на 90%, а у не спортсменов на 118%, значит, у второй группы исследуемых прирост амплитуды больше, чем у первой на 28%, т.е. эндотелиальные клетки продуцируют больше оксида азота, что приводит к расслаблению мышечной ткани: стенки сосудов, не встречая сопротивления со стороны гладкой мускулатуры, расширились.

Заключение. В ходе выполнения бакалаврской работы проведен анализ особенностей ремоделирования сосудистой системы молодых спортсменов, исследован механизм формирования пульсовой волны, подготовлена установка на базе рабочей станции NI ELVIS для проведения фотоплетизмографических измерений, были проанализированы результаты проведенных исследований.

Сделан вывод, что эндотелиальные клетки спортсменов продуцируют меньше оксида азота, чем у не спортсменов. Прирост амплитуды пульсовой волны меньше на 28%, из чего следует, что у гребцов диаметр сосудов после окклюзии увеличивается меньше, чем у группы «норма».