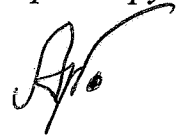


*На правах рукописи*



Головачев Артем Михайлович

**Особенности реакции сердечно-сосудистой системы  
на физические нагрузки у лиц с нарушениями слуха**

03.03.01- физиология

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата медицинских наук

Казань – 2020

Работа выполнена на кафедре охраны здоровья человека Института фундаментальной медицины и биологии ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Казань.

<b>Научный руководитель</b>	<b>Зефиров Тимур Львович</b> доктор медицинских наук, профессор
<b>Официальные оппоненты</b>	<b>Балыкин Михаил Васильевич</b> , доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой Адаптивной физической культуры факультета физической культуры и реабилитации Института медицины, экологии и физической культуры ФГБОУ ВО «Ульяновский Государственный университет», г. Ульяновск <b>Димитриев Дмитрий Алексеевич</b> доктор медицинских наук, профессор, профессор кафедры биологии и основ медицинских знаний факультета естественнонаучного образования ФГБОУ ВО «Чувашский Государственный Педагогический Университет им. И. Я. Яковлева», г. Чебоксары
<b>Ведущая организация</b>	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения РФ, г. Самара.

Защита диссертации состоится «23» сентября 2020 г. в 16 часов на заседании диссертационного совета КФУ 03.06 при ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет» по адресу: 420015, г. Казань, ул. Карла Маркса, д. 76, Институт фундаментальной медицины и биологии, ауд. 208.

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке им. Н. И. Лобачевского при Казанском (Приволжском) федеральном университете по адресу: 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 35.

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

Ученый секретарь диссертационного совета  
доктор биологических наук, профессор



**Т.А. Аникина**

## Общая характеристика работы

### Актуальность исследования

Важнейшим аспектом современной жизни является комплекс мероприятий (просветительских, профилактических, диагностических, клинических), направленных на увеличение продолжительности жизни человека и сохранение здоровья сердца и сосудов (Ситдииков Ф.Г., 2019; Чазова И.Е., 2014; Aronov W.S., 2011; London G.M., 2001, 2003; Laurent S., 2001). Одним из вопросов, которым занимается современная физиология, является специфика адаптации развивающегося организма и, в частности, функций сердечно-сосудистой системы (ССС), к различным условиям жизни и нагрузкам, сопутствующим определенным видам деятельности (Безруких М.М., 2008; Биктемирова Р.Г., 2012, 2016; Бурых Э.А., 2007; Вахитов И.Х., 2016; Аникина Т.А., Зефирова Т.Л. и др., 2013; Ноздрачев А.Д., 2002; Шайхелисламова М.В., 2017), в том числе и у лиц с ограниченными возможностями здоровья (Баранов В.М., 2004; Воробьев С.А., 2017; Маслова Ю.А., 2014; Шатунов Д.А., 2015; Shaykhelislamova M.V. et al., 2018). На данный момент появились положительные сдвиги в формировании более комфортной среды для жизнедеятельности данной категории лиц, для их полноценной занятости (Воробьев С.А., 2017; Новиков И.В., 2018; Сюткина В.И., 2011; Хода Л.Д., 2008). Вместе с тем, недостаточно полно изучен вопрос, насколько их системы организма готовы к нагрузкам различного типа (Зотова Ф.Р., 1997; Кошелева Е.А., 2012; Кулькова И.В., 2013; Красноперова Н.А., 2010; Новиков И.В., 2018; Селитреникова Т.А., 2015).

Патологию слухового анализатора имеет значительная часть населения планеты. Согласно данным, опубликованным Всемирной Организацией Здравоохранения, более 5% населения мира – 466 миллионов человек (432 миллионов взрослых и 34 миллиона детей) страдают от нарушений слуха. Под данным заболеванием понимают нарушения слуха в слышащем лучше ухе, превышающем 40 дБ у взрослых и 30 дБ у детей (ВОЗ, 2018).

У лиц с нарушениями деятельности слухового анализатора в большинстве случаев нет ограничений к физической активности со стороны опорно-двигательного аппарата, однако, присутствует фактор сниженной сенсорной информации от внешних источников (Шатунов Д.А., 2013, 2015). Именно поэтому, наряду с паралимпийскими играми существуют сурдлимпийские игры, в которых участвуют спортсмены с порогом слышимости не менее 55 дБ. Слабослышащих и глухих спортсменов невозможно отнести как к здоровым атлетам, так и к паралимпийцам, что подчеркивает их функциональные особенности.

Фактор врожденной патологии слухового анализатора играет решающую роль в становлении механизмов, регулирующих работу систем организма. У детей с нарушениями слуха наблюдается более позднее физическое развитие и связанные с этим другие

последствия: снижение мышечного тонуса и общей выносливости организма, тенденция к ухудшению соматического здоровья сниженные показатели внешнего дыхания (Акулина М.В., 2011; Белова О.А., 2012, 2013; Губарева Н.В., 2009; Данилова Р.И., 2015; Шатунов Д.А., 2015). Считается, что развитие регуляции дыхания зависит от афферентных сигналов, поступающих от двигательного аппарата и от анализаторов (Бурых Э.А., 2007).

Существенное влияние на процессы формирования вегетативной регуляции может оказывать образ жизни человека и преобладающие виды и интенсивность нагрузок (Дикопольская Н.Б. и др., 2016; Зефирова Т.Л. и др. 2014; Ситдинов Ф.Г. и др., 2016; Шайхелисламова М.В. и др., 2013, 2017, 2019). Отрицательное воздействие на развитие механизмов регуляции ССС возникает при сниженной двигательной активности, которая сопутствует учебной деятельности ребенка (Шайхелисламова М.В., 2013; Shaykhelislamova M.V. et al. 2018). Особенно данные явления актуальны для слабослышащих детей и подростков, так как гипокинезия присуща и их повседневной внеучебной деятельности, вследствие ограниченного сенсорного потока из внешней среды (Engel-Yeger B., 2009; Livingstone N., 2011; Tan S.Y.J., 2017). Однако, следует отметить, что и повышенные физические нагрузки могут привести к неблагоприятным последствиям в организме ребенка (Шайхелисламова М.В. и др., 2019). Поэтому для депривированных по слуху детей и подростков опасны как недостаток двигательной активности, так и нерациональные физические нагрузки.

Изменения функции гипоталамо-гипофизарной системы и вегетативная неустойчивость периода полового созревания являются основными факторами, характеризующими состояние ССС подростков, однако, от особенностей дополнительных воздействий на нейроэндокринную перестройку, зависит окончательное становление процессов регуляции гемодинамики (Дикопольская Н.Б., и др., 2016; Крылова А.В., и др., 2019; Шайхелисламова М.В. и др., 2019). Незавершенность данных процессов к концу V стадии полового созревания может привести к образованию дополнительных механизмов адаптации ССС к физической нагрузке, но также может способствовать риску вегетативных расстройств и развитию сердечно-сосудистых заболеваний (Шайхелисламова М.В. и др., 2013, 2019). Именно поэтому пристальное внимание следует уделять изучению особенностей функционирования ССС и ее реакции на физические нагрузки у сформированного организма (Zefirov T.L. et al., 2018). Учитывая предполагаемое окончание формирования кортикализации большинства процессов к 18-20 годам (Безруких М.М. и др., 2008), важнейшим объектом исследования для нас явилась кардиореспираторная система лиц с нарушениями слуха до и после указанного возраста.

Согласно нашей гипотезе физическое развитие и регуляция ССС у лиц с нарушениями слуха в возрасте от 16 до 26 лет может иметь особенности по сравнению с их сверстниками без нарушений слуха.

Физиологические особенности школьников с заболеваниями слухового анализатора изучены достаточно хорошо (Акулина М.В., 2011, 2012; Белова О.А., 2012, 2013; Данилова Р.И., 2015; Новиков И.В., 2018; Платонова Я.В., 2018; Шатунов Д.А., 2015; Engel-Yeger В., 2009; Livingstone N., 2011; Pater J.A., 2019; Rajendran V., 2012; Sonali R.P., 2011; Tan H.E., 2018), что нельзя сказать о таковом у лиц более зрелого возраста (Красноперова Н.А., 2010). Отчасти, это связано с тем, что система образования детей с нарушениями слуха в нашей стране достаточно развита. Имеются специализированные школы-интернаты для данной категории детей. Однако, системы высшего образования для глухих и слабослышащих в РФ не существует. В последнее время появилась возможность у лиц с нарушениями слуха продолжить образование в ВУЗе. Изучение деятельности сердечно-сосудистой системы у данной категории лиц представляет особую ценность не только в связи с наличием сформированной группы слабослышащих и глухих лиц определенного возраста, а также тем, что данная группа ведет одинаковый образ жизни, подчиненный установленному режиму совместного обучения и проживания. Это создает благоприятные условия для соблюдения важнейших критериев научного подхода к изучению их физиологических параметров.

Актуальность нашего исследования подчеркивается использованием специализированного метода изучения гемодинамики с помощью мобильного ультразвукового монитора. Его основные преимущества – возможность измерения большого количества параметров гемодинамики в режиме реального времени.

### **Цель исследования**

Целью нашего исследования явилось изучение особенностей реакции ССС на физические нагрузки у лиц с нарушениями слуха в возрасте от 16 до 26 лет.

### **Задачи исследования**

1. Изучить показатели гемодинамики лиц с нарушениями слуха в условиях относительного покоя.
2. Выявить различия реакции гемодинамики на динамическую нагрузку у юношей, девушек, мужчин и женщин с нарушениями и без нарушений слуха.
3. Выявить различия реакции гемодинамики на статическую нагрузку у лиц с нарушениями и без нарушений слуха в различных возрастно-половых группах.
4. Провести сравнительный анализ результатов исследования различных возрастно-половых групп лиц с нарушениями слуха.

5. Определить роль сердечного и сосудистого компонента в реакциях ССС на физические нагрузки у лиц с нарушениями слуха.

### **Научная новизна**

В настоящем исследовании впервые выявлены особенности реакции гемодинамики на физические нагрузки у лиц с нарушениями слуха 16-26 лет. Выявлена специфика динамики изменений гемодинамических параметров в зависимости от вида нагрузок (статическая и динамическая). Впервые проведена углубленная функциональная диагностика гемодинамики значительной группы лиц с нарушениями слуха юношеского и зрелого возрастов. Проведен сравнительный анализ возрастно-половых особенностей регуляции деятельности ССС у слабослышащих и здоровых лиц.

### **Научно-практическая значимость исследования**

Полученные результаты исследования:

- расширяют представление об уровне развития адаптационных механизмов и динамике гемодинамических параметров лиц с нарушениями слуха в возрастной группе 16-26 лет;
- дополняют наши знания о физическом развитии, параметрах внешнего дыхания и гемодинамики депривированных по слуху лиц;
- подтверждают необходимость индивидуального подхода при организации занятий физической культурой, в сочетании умственной и двигательной активности у лиц с нарушениями слуха, учитывая их особенности жизнедеятельности, уровня стресса и вегетативной регуляции работы сердца и сосудов.

Материалы исследования могут представлять интерес для специалистов по возрастной и спортивной физиологии, педагогов и тренеров специализированных школ-интернатов для слабослышащих и глухих детей, врачей и специалистов в области кардиологии и функциональной диагностики.

### **Основные положения, выносимые на защиту**

1. Для лиц с нарушениями слуха характерна замедленная реакция гемодинамики на динамическую нагрузку с преобладанием сердечного компонента.
2. Наиболее выраженные особенности функционального состояния ССС выявлены у юношей с нарушениями слуха.
3. Для лиц с нарушениями слуха юного возраста характерно снижение показателя эластичности аорты после динамической нагрузки.

### **Апробация работы**

Материалы исследования представлены на I-III Международных конгрессах, посвященных А.Ф. Самойлову «Фундаментальная и клиническая электрофизиология.

Актуальные вопросы аритмологии» (Казань, 2017-2019 г.г.); XXIII Съезде Физиологического общества им. И. П. Павлова (Воронеж, 2017 г.); 52-м конгрессе Annual Scientific Meeting of the European Society for Clinical Investigation (Барселона, Испания, 2018г); XIV Международной научной конференции: Адаптация развивающегося организма (Казань, 2018г.); Международной школе-конференции аспирантов и молодых ученых «Материалы и технологии XXI века» в рамках II Международной научно-технической конференции «Наука будущего» (Казань, 2018г.).

### **Публикации**

По теме диссертации опубликовано 21 научная работа, из них 7 публикаций – в журналах, входящих в базы Scopus, WoS, в списки ВАК.

### **Структура и объем диссертации**

Диссертация изложена на 171 странице машинописного текста и состоит из введения, обзора научной литературы, описание материалов и методики научного исследования, результатов собственных исследований, заключения, выводов, списка сокращений, а также списка использованной литературы, который включает в себя 130 наименований. Диссертация содержит 28 рисунков и 18 таблиц.

### **Практические рекомендации**

Тренерам, педагогам и медицинским работникам школ-интернатов для слабослышащих и глухих детей, а также кураторам групп студентов с нарушениями слуха рекомендовано внедрение комплекса мероприятий по выявлению и профилактике нежелательных явлений в состоянии ССС у их подопечных, вследствие неадекватной физической нагрузки. Комплекс мер включает в себя:

- подготовку персонифицированных программ для каждого учащегося, основанных на предварительном обследовании с применением функциональных проб;
- составление учебного плана с учетом увеличения динамической нагрузки (особенно для лиц младшего и юного возраста), количества занятий физической культуры с преобладанием циклических видов спорта;
- измерение показателей ССС до и после физической нагрузки, в том числе после проведения функциональных проб в соответствии с методикой;
- оценка динамики пульсового артериального давления и частоты сердечных сокращений в соответствии с рекомендованной методикой;
- проведение ежегодного медицинского осмотра с включением при необходимости в перечень процедур углубленной диагностики состояния гемодинамики с помощью УЗ аппаратуры.

## **Содержание работы**

### **Методы исследования**

Для определения показателей физического развития использовали общепринятые методы измерения длины и массы тела; определяли индекс массы тела, масса ростовой индекс, площадь поверхности тела. Мышечную силу левой кисти измеряли с помощью ручного динамометра ДК-50. Определение показателей внешнего дыхания проводилась с помощью суховоздушного спирометра ССП. Проводилось измерение артериального давления (АД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) с помощью полуавтоматического аппарата для косвенного определения АД (Япония).

Основным методом изучения деятельности сердечно-сосудистой системы явилось измерение гемодинамических параметров с помощью ультразвукового монитора. Для осуществления измерений параметров гемодинамики в AV-режиме (выброс в аорту) датчик позиционировался в супрастернальном положении. Все измерения проводились в покое, а также после проведения функциональных проб. Функциональные пробы включали в себя дозированную статическую (динамометрия) и динамическую (проба Мартинес-Кушелевского) нагрузки. После выполнения пробы измерения проводились на 1-ой, 3-ей, 5-ой и 7-ой минутах восстановительного периода. В связи с тем, что после статической нагрузки основные параметры к 3-ей минуте восстанавливались, фиксировались значения, полученные только на 1-ой минуте. Определяли 17 показателей гемодинамики в режиме реального времени с каждым ударом сердца.

### **Результаты собственных исследований**

#### **Исходные показатели гемодинамики у лиц с нарушениями слуха**

В покое наиболее выраженные особенности выявлены в группе юношей. У юношей с нарушениями слуха зарегистрированы более высокие значения пульсового артериального давления (ПАД), частоты сердечных сокращений ( $p < 0,05$ ), показателей скорости и объема кровотока ( $v_{ti}$ , MD, УОК, МОК, СИ) ( $p < 0,05$ ), времени выброса (ЕТ, FT, FTс) ( $p < 0,01$ ), мощности сердечных сокращений (СРО) ( $p < 0,05$ ), более низкие значения периферического сосудистого сопротивления (ОПСС, ИПСС) ( $p < 0,01$ ), чем у юношей без нарушений слуха.

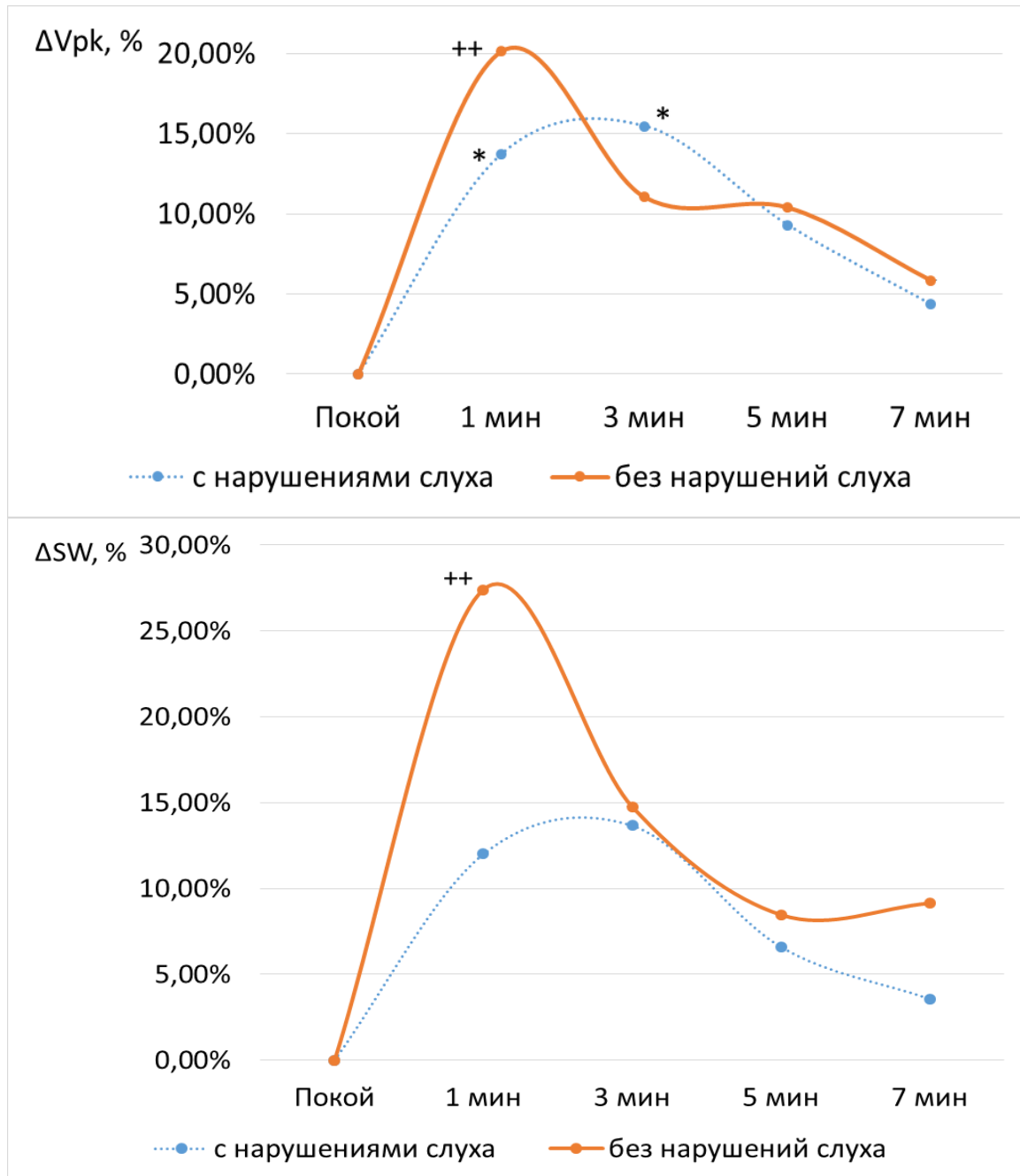
#### **Особенности реакции гемодинамики на динамическую нагрузку у юношей 17-21 года с нарушениями слуха**

После динамической нагрузки увеличение показателей гемодинамики у юношей с нарушениями слуха развивалось медленнее. Максимальное повышение скорости кровотока ( $V_{pk}$ ), систолической работы (SW), давления в аорте ( $P_{mn}$ ) ( $p < 0,05$ ) наблюдалось на 3-ей минуте после динамической нагрузки у юношей с нарушениями слуха, в то время как у юношей без нарушений слуха эти же показатели были существенно выше значений в покое



на 1-ой минуте после динамической нагрузки ( $p < 0,01$ ), а к 3-ей минуте снизились (Рис.1). У юношей с нарушениями слуха выявлено существенное снижение ( $p < 0,05$ ) показателя эластичности аорты (С) также на 3-ей минуте после динамической нагрузки (Рис.1). Можно сделать вывод об адекватном снижении данного показателя в ответ на значительное повышение в это время скорости и объема систолического выброса.

Таким образом, выявлены замедленная реакция ССС и преобладание вклада сердечного компонента в развитие компенсаторного ответа гемодинамики на динамическую нагрузку у юношей с нарушениями слуха.



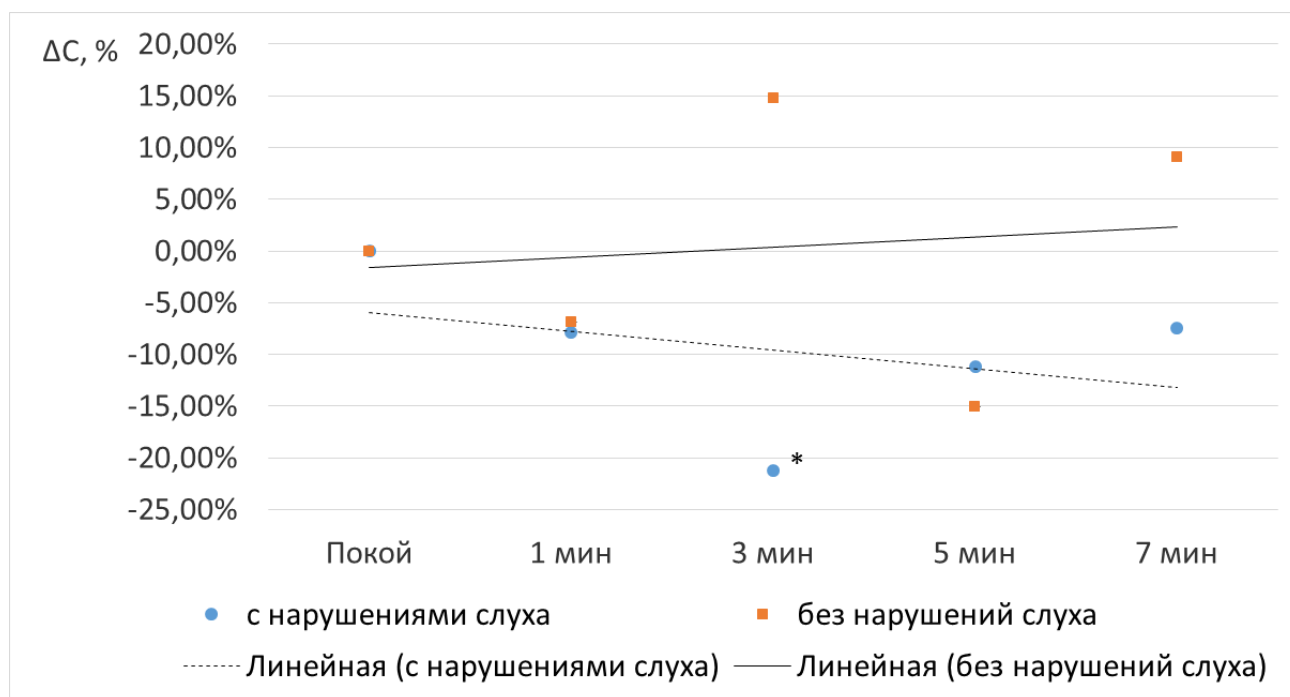


Рис.1. Изменения показателей максимальной скорости кровотока ( $V_{pk}$ ), систолической работы (SW), эластичности аорты (C) после динамической нагрузки у юношей с нарушениями и без нарушений слуха.

Примечания:

\* - вероятность различий показателя по сравнению с его значением в покое у лиц с нарушениями слуха  $p < 0,05$  (однофакторный дисперсионный анализ);

++ - вероятность различий показателя по сравнению с его значением в покое у лиц без нарушений слуха  $p < 0,01$  (однофакторный дисперсионный анализ).

### Особенности реакции гемодинамики на динамическую нагрузку у мужчин 22-25 лет с нарушениями слуха

У мужчин с нарушениями и без нарушений слуха непосредственно после динамической нагрузки выявлена схожая реакция со стороны скорости кровотока ( $V_{pk}$ ) и давления в аорте ( $P_{mn}$ ), однако, восстановительный период протекал по-разному. Скорость кровотока ( $V_{pk}$ ) и давления в аорте ( $P_{mn}$ ) у мужчин без нарушений слуха быстро восстанавливалась, в отличие от мужчин с нарушениями слуха, у которых значения данных показателей на 3-ей минуте наблюдений оставались по-прежнему высокими ( $p < 0,05$ ) по сравнению с исходными (Рис.2).

Особо следует отметить изменения показателя, характеризующий расстояние, преодолеваемое кровью за одно сердечное сокращение ( $v_{ti}$ ). У мужчин с нарушениями слуха после динамической нагрузки он продолжил повышаться вплоть до 3-ей минуты после динамической нагрузки. В этом аспекте реакция гемодинамики была похожей на реакцию юношей с нарушениями слуха.

У мужчин с нарушениями слуха на 1-ой минуте после динамической нагрузки

значительно увеличивались ПАД и показатель систолической работы (SW) ( $p<0,05$ ).

Таким образом, выявлено замедленное восстановление после динамической нагрузки и преобладание вклада сердечного компонента в развитие реакции ССС у мужчин с нарушениями слуха.

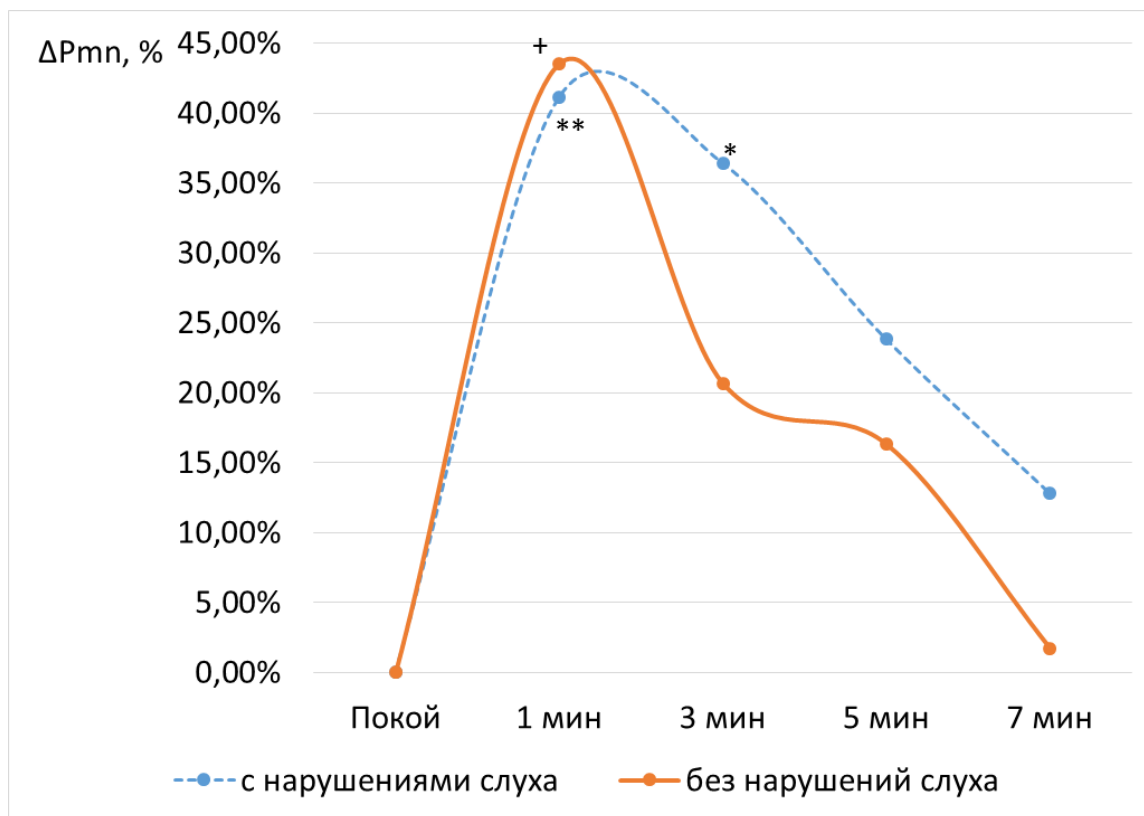


Рис.2. Изменения градиента давления в аорте (Pmn) после динамической нагрузки у мужчин с нарушениями и без нарушений слуха.

Примечания:

\* - вероятность различий показателя по сравнению с его значением в покое у лиц с нарушениями слуха  $p<0,05$  (однофакторный дисперсионный анализ);

\*\* - вероятность различий показателя по сравнению с его значением в покое у лиц с нарушениями слуха  $p<0,01$  (однофакторный дисперсионный анализ);

+ - вероятность различий показателя по сравнению с его значением в покое у лиц без нарушений слуха  $p<0,05$  (однофакторный дисперсионный анализ).

### **Особенности реакции гемодинамики на динамическую нагрузку у девушек 16-20 лет с нарушениями слуха**

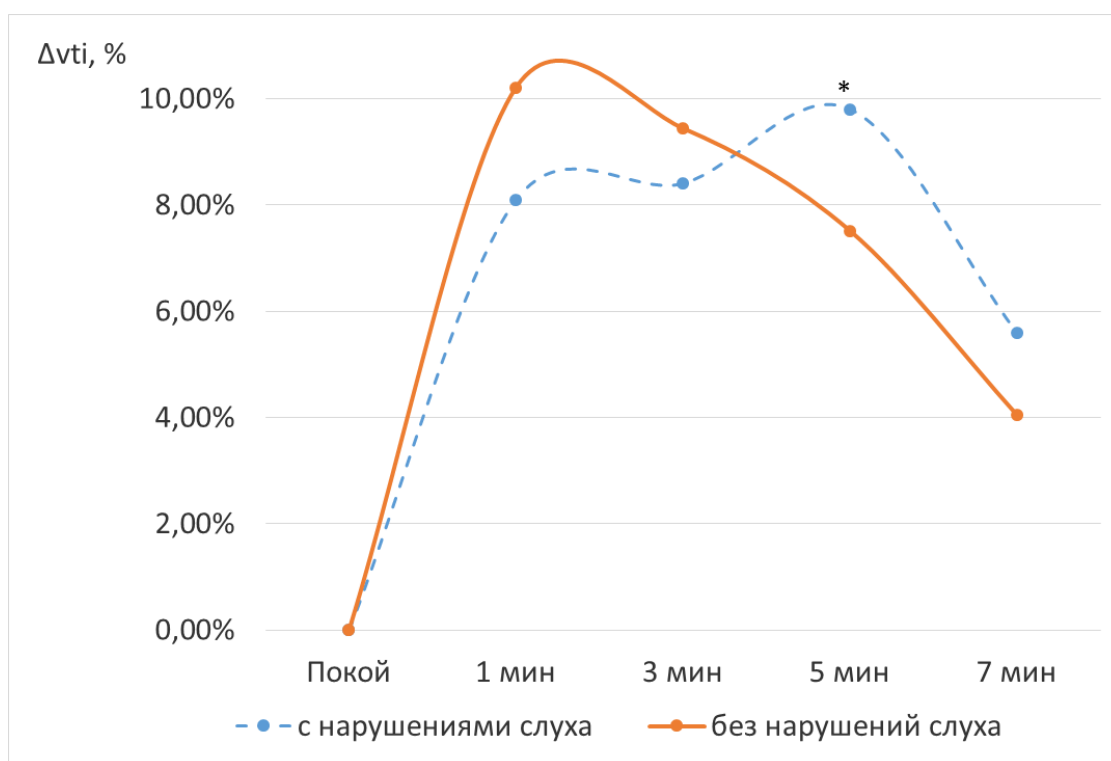
У девушек с нарушениями слуха после динамической нагрузки восстановление показателей гемодинамики происходит медленнее.

Показатель скорости кровотока в аорте (Vpk) на 1-ой минуте после динамической нагрузки значительно повышался как у девушек с нарушениями ( $p<0,001$ ), так и у девушек без нарушений слуха ( $p<0,01$ ). На протяжении восстановительного периода данный показатель был выше исходного только у девушек с нарушениями слуха, на 3-ей ( $p<0,01$ ) и на 5-ой ( $p<0,05$ ) минутах.

Показатель расстояния, прошедшего клетками крови за минуту (MD), также увеличивался на 1-ой минуте после динамической нагрузки у девушек с нарушениями и без нарушений слуха ( $p < 0,05$ ). После 1-ой минуты MD стал снижаться у девушек без нарушений слуха, в то время как у девушек с нарушениями слуха не наблюдалось снижение вплоть до 5-ой минуты восстановительного периода ( $p < 0,05$ ).

Показатель расстояния, прошедшего клетками крови за одно сердечное сокращение ( $v_{ti}$ ), достоверно повысился только у девушек с нарушениями слуха и только на 5-ой минуте после динамической нагрузки. У девушек с нарушениями слуха после динамической нагрузки значения повышались до 5-ой минуты и достигли значения, которое достоверно отличалось от исходного ( $p < 0,05$ ).

Таким образом, восстановление показателей MD и  $v_{ti}$  у девушек с нарушениями слуха началось только после 5-ой минуты, в то время как у девушек без нарушений слуха уже после первой минуты наблюдалось снижение показателя, что и свидетельствовало о более медленном начале реакции на динамическую нагрузку и медленном восстановлении показателей скорости кровотока у девушек с нарушениями слуха (Рис.3).



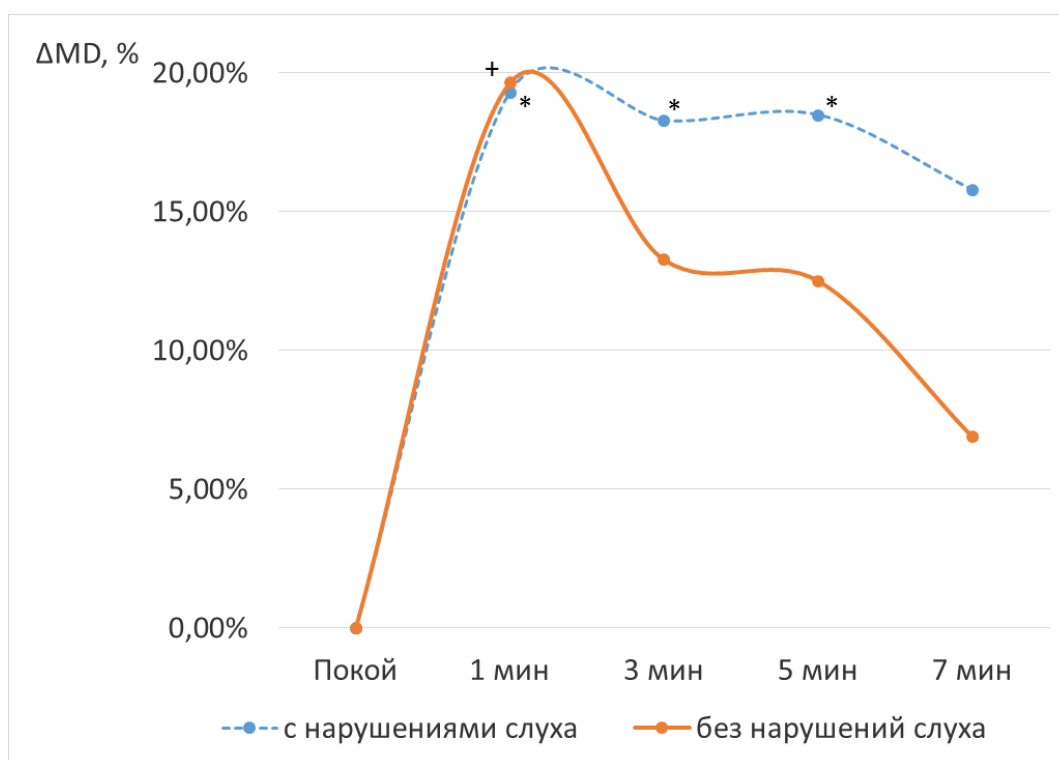


Рис.3. Изменения показателей расстояния, прошедшего клетками крови за одно сердечное сокращение ( $v_{ti}$ ) и за минуту (MD) после динамической нагрузки у девушек с нарушениями и без нарушений слуха.

Примечания:

\* - вероятность различий показателя по сравнению с его значением в покое у девушек с нарушениями слуха  $p < 0,05$  (однофакторный дисперсионный анализ).

+ - вероятность различий показателя по сравнению с его значением в покое у девушек без нарушений слуха  $p < 0,05$  (однофакторный дисперсионный анализ).

### Особенности реакции гемодинамики на динамическую нагрузку у женщин 21-26 лет с нарушениями слуха

У женщин с нарушениями и без нарушений слуха наибольшие различия наблюдались в восстановлении показателей скорости кровотока ( $v_{ti}$ ) и систолической работы (SW) после динамической нагрузки.

Показатель  $v_{ti}$  вырос значительно после динамической нагрузки у женщин с нарушениями и без нарушений слуха ( $p < 0,01$ ). На 3-ей минуте у женщин с нарушениями слуха  $v_{ti}$  продолжил расти ( $p < 0,01$ ), у женщин без нарушений слуха остался на прежнем уровне ( $p < 0,01$ ). Только к 5-ой минуте началось снижение значений  $v_{ti}$  в обеих группах, но у женщин с нарушениями слуха они по-прежнему оставались выше исходных ( $p < 0,05$ ).

Показатель SW существенно возрастал на 1-ой минуте и у женщин с нарушениями слуха ( $p < 0,001$ ), и у женщин без нарушений слуха ( $p < 0,01$ ). В дальнейшем динамика значений была разнонаправленной. У женщин с нарушениями слуха к 3-ей минуте значение SW увеличилось ( $p < 0,001$ ), а у женщин без нарушений слуха – снизилось ( $p < 0,05$ ) (Рис.4).

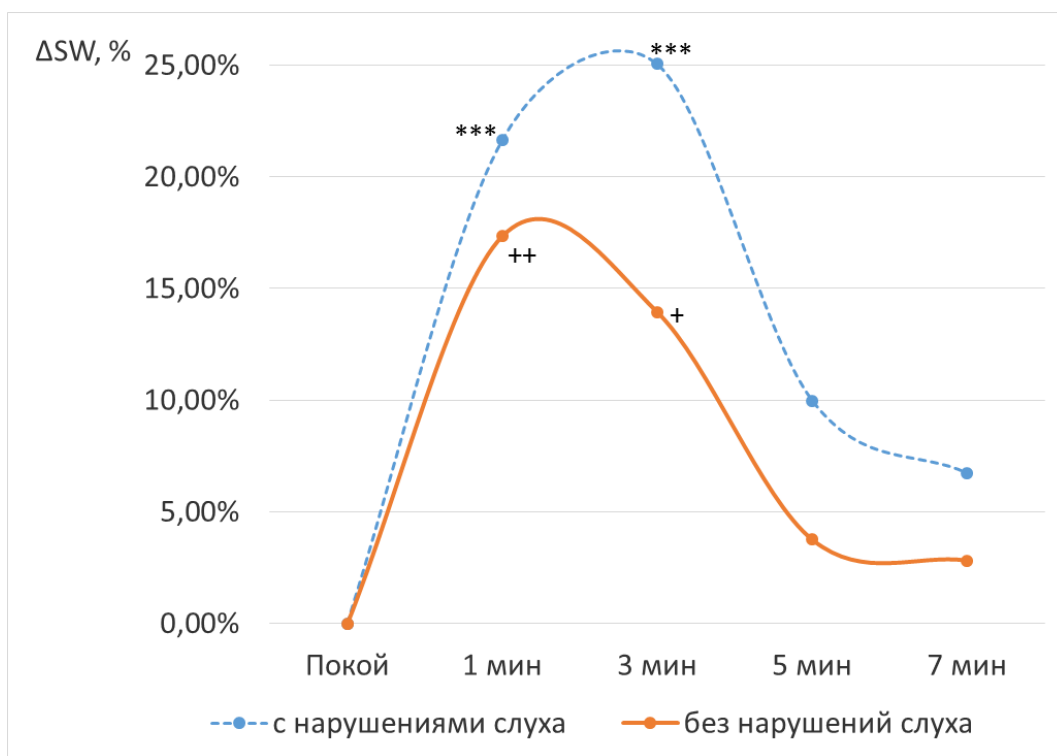


Рис.4. Изменения систолической работы (SW) после динамической нагрузки у женщин с нарушениями и без нарушений слуха.

Примечания:

\*\*\* - вероятность различий показателя по сравнению с его значением в покое у лиц с нарушениями слуха  $p < 0,001$  (однофакторный дисперсионный анализ);

+ - вероятность различий показателя по сравнению с его значением в покое у лиц без нарушений слуха  $p < 0,05$  (однофакторный дисперсионный анализ);

++ - вероятность различий показателя по сравнению с его значением в покое у лиц без нарушений слуха  $p < 0,01$  (однофакторный дисперсионный анализ).

### Особенности реакции гемодинамики на статическую нагрузку у лиц с нарушениями слуха

После статической нагрузки были выявлены особенности динамики показателя систолической работы во всех возрастно-половых группах. У лиц с нарушениями слуха наблюдалась тенденция к повышению систолической работы (SW) после статической нагрузки. Наименее она выражена у женщин с нарушениями слуха при тенденции к повышению показателя эластичности аорты. У юношей с нарушениями слуха тенденция к увеличению систолической работы зафиксирована даже при снижении скорости кровотока, ЧСС и ПАД. При этом наблюдается снижение показателя эластичности аорты и рост ОПСС по сравнению с юношами без нарушений слуха. У девушек с нарушениями слуха показатель систолической работы возрастал так же, как и у юношей с нарушениями слуха, на фоне увеличения ОПСС. Только у мужчин с нарушениями слуха тенденция к увеличению систолической работы наблюдалась при увеличении показателей скорости кровотока, давления в аорте и мощности сокращений сердца.

Таким образом, можно констатировать, что повышение систолической работы после статической нагрузки у лиц с нарушениями слуха была связана со снижением показателя эластичности аорты и ростом ОПСС. Только у мужчин с нарушениями слуха наблюдался более выраженный вклад сердечного компонента в реакцию ССС.

### **Сравнительный анализ результатов исследования в различных возрастно-половых группах лиц с нарушениями слуха**

Выявлено увеличение показателей скорости кровотока, давления в аорте, систолической работы после динамической нагрузки у юношей и у девушек с нарушениями слуха, что может быть вызвано кислородным долгом миокарда. Отличия в реакции гемодинамики девушек и юношей связаны с более ранним завершением у девушек V стадии полового созревания и формирования зрелых механизмов регуляции ССС.

Важной особенностью гемодинамики мужчин и женщин с нарушениями слуха явилось значительное увеличение систолической работы после динамической нагрузки, по сравнению с лицами без нарушений слуха зрелого возраста. Данное явление возникало даже при снижении у них скорости и мощности систолического выброса и отсутствии высокого ОПСС, что может свидетельствовать о специфике формирования или отставание развития у них механизмов адаптации.

У мужчин с нарушениями слуха в меньшей степени проявлялись различия в реакции ССС на динамическую нагрузку по сравнению с их сверстниками, чем у юношей с нарушениями слуха. Однако, замедленное восстановление показателей скорости кровотока, систолической работы было характерно для обеих возрастных мужских групп слабослышащих лиц. Важной особенностью реакции сосудистого русла юношей на динамическую нагрузку по сравнению со всеми группами обследуемых лиц стало существенное снижение показателя эластичности аорты к 3-ей минуте восстановления.

Снижение хронотропного эффекта у женщин с нарушениями слуха в большей степени, чем у девушек может быть связано с завершением формирования у них механизмов долговременной адаптации ССС.

### **Заключение**

Деятельность сенсорных систем имеет важнейшее значение в получении и обработке информации, получаемой из внешней и внутренней сред организма. Характер и объем сенсорного потока являются решающими факторами развития человека, формирования его психического и физического здоровья, адаптационных возможностей (Ткаченко, 2009). Важная роль в обеспечении контактов с окружающим миром наряду со зрительным анализатором принадлежит слуховой сенсорной системе. Нарушения слуха имеют существенное влияние на качество жизни и развитие всего организма в онтогенезе. Люди с

врожденными и приобретенными нарушениями слуха ограничены в двигательной активности, а развитие системы кровообращения в онтогенезе напрямую связано с физической активностью. Нами был проведен анализ состояния гемодинамики у юношей 17-21 года, девушек 16-20 лет, мужчин 22-25 лет и женщин 21-26 лет с нарушениями и без нарушений слуха и выявлены возрастно-половые особенности функционирования ССС у лиц, с нарушениями слуха. Полученные результаты позволили судить о взаимосвязи сердечного выброса, скорости кровотока в отверстии аортального клапана и упругости аорты (артериальной жесткости). Показано, что у лиц с нарушениями слуха во всех возрастно-половых группах механизмы саморегуляции гемодинамики в целом не нарушен, имеется адекватное соотношение сердечного выброса, пропускной способности аорты и прекапилляров. Вместе с тем, установлено, что у юношей с нарушениями слуха по сравнению с девушками и группой контроля имеет место существенное функциональное напряжение ССС в состоянии относительного покоя – повышенный уровень сердечного выброса, скорости кровотока в отверстии аортального клапана. С возрастом данные параметры гемодинамики у мужчин снижаются. Подобное состояние функционального напряжения ССС у юношей может быть связано с особенностями вегетативной регуляции, в частности, с преобладанием симпатических влияний. Известно, что для юношей 16-17 лет еще свойственны пубертатные нейроэндокринные преобразования в системе регуляции кровообращения, большинство из них находятся на IV и V стадиях полового созревания (Безруких, 2008). Наблюдаемая физиологическая гиперфункция сердца, вероятно связана с усилением симпатических влияний и может повышать уязвимость системы кровообращения к воздействию неблагоприятных факторов, способных вызвать переход эволютивных вегетативных перестроек в нервно-сосудистые дисфункции (Спивак, 2012).

Проведенные исследования показали, что реакция срочной адаптации ССС на дозированную физическую нагрузку динамического характера у лиц с нарушениями слуха отличаются от группы контроля. Интенсивность и направленность гемодинамических сдвигов зависит от исходного уровня функционального напряжения ССС. Так, у юношей с нарушениями слуха, у которых в состоянии относительного покоя УОК и МОК находятся на повышенном уровне, изменения данных параметров в ответ на динамическую нагрузку недостоверны или отсутствуют (также как интегральные параметры скорости кровотока в аорте и ее эластичности). Подобная реакция объяснима с точки зрения закона исходного уровня (принцип Уайлдера), согласно которому, чем выше активность физиологической системы в покое, тем меньше ее относительные изменения при воздействии внешних импульсов (Царегородцева, 2018; Светличная, 2012). После динамической нагрузки изменения показателей гемодинамики у лиц с нарушениями слуха развиваются медленнее,



что свидетельствует об особенностях их краткосрочной адаптации. Максимальное увеличение скорости кровотока, систолической работы, давления в аорте на 3-ей минуте после динамической нагрузки у юношей с нарушениями слуха может говорить о недостаточном снабжении кислородом тканей, вследствие чего сердце продолжает увеличивать сократительную активность, чтобы компенсировать кислородный долг. Таким образом, можно отметить существенный вклад сердечного компонента в реакцию гемодинамики на динамическую нагрузку у юношей с нарушениями слуха. При этом у них выявлено существенное снижение показателя эластичности аорты также в этот период. У мужчин с нарушениями и без нарушений слуха после динамической нагрузки восстановительный период протекал по-разному. Показатель, характеризующий расстояние, преодолеваемое кровью за одно сердечное сокращение, у мужчин с нарушениями слуха продолжал повышаться вплоть до 3-ей минуты после динамической нагрузки. Стоит отметить, что восстановление протекает примерно одинаково у мужчин с нарушениями и без нарушений слуха, в отличие от юношей, что может говорить о более зрелой адаптации мужчин с нарушениями слуха по сравнению с юношами. Возможно, это связано с тем, что студенты старших курсов двигаются больше, и интенсивное воздействие динамических нагрузок у них способствует формированию долгосрочной адаптации ССС и совершенствованию механизмов краткосрочной адаптации. У девушек с нарушениями слуха после динамической нагрузки восстановление показателей гемодинамики происходит медленнее. Таким образом, у девушек с нарушениями слуха также, как и у юношей с нарушениями слуха выявлены признаки компенсации кислородного долга миокарда после динамической нагрузки.

У женщин с нарушениями и без нарушений слуха наибольшие различия наблюдались в восстановлении показателей скорости кровотока и систолической работы после динамической нагрузки. Важной особенностью гемодинамики у лиц с нарушениями слуха явилось значительное увеличение систолической работы после динамической нагрузки, по сравнению со сверстниками без нарушений слуха.

Таким образом, динамическая физическая нагрузка носит стрессогенный характер для лиц с нарушениями слуха. Отмечается несформированность механизмов срочной адаптации ССС к физическим нагрузкам динамического характера. Этим может объясняться медленное развитие реактивных изменений и длительное восстановление исходных показателей гемодинамики. О причинах изменений адренергической регуляции можно много и разнообразно спекулировать, но преобладающей точкой зрения является дефицит сенсорной информации и низкий уровень физической активности динамического характера.

Следует отметить, что при анализе динамики АД у лиц с нарушениями слуха не было

выявлено особенностей реакции на статическую нагрузку, в то время как углубленное изучение гемодинамических параметров с помощью УЗ монитора показало тенденции к различной динамике показателей, что дает возможность тщательно анализировать процессы в ССС.

Влияние на развитие взаимосвязи двигательной активности и механизмов регуляции ССС у лиц с нарушениями слуха могло оказать отсутствие воздействия звуковых раздражителей. При нормальном функционировании слухового анализатора звуковое раздражение, преобразованное в нервный импульс, достигает слуховой, а затем двигательной коры, что способствует замыканию двигательных условных рефлексов (Аникина, Крылова, 2014). В свою очередь дальнейшее формирование моторно-висцерального рефлекса оказывает влияние на состояние ССС. Оно проявляется в вегетативном компоненте ориентировочной реакции и характеризуется изменениями просвета периферических сосудов и электрических явлений в сердце в ответ на звуковое раздражение. Отсутствие достижения нервным импульсом слуховой коры препятствует нормальному развитию взаимосвязи двигательной коры и ССС. Дефицит звуковой информации приводит к нарушению моторно-висцерального рефлекса, угнетению двигательной активности и оказывает влияние на развитие регуляции гемодинамики.

## ВЫВОДЫ

1. Наиболее существенные различия в значениях показателей скорости и объема систолического выброса, показателей периферического сосудистого сопротивления в покое выявлены у юношей с нарушениями и без нарушений слуха.
2. После динамической нагрузки увеличение скорости кровотока, систолической работы и давления в аорте у юношей с нарушениями слуха развивается медленнее, чем у юношей без нарушений слуха.
3. После динамической нагрузки показатель эластичности аорты (С) у юношей с нарушениями слуха значительно снижался ( $p < 0,01$ ) в отличие от юношей без нарушений слуха.
4. У мужчин с нарушениями слуха на 3-ей минуте после динамической нагрузки максимальная скорость кровотока ( $V_{pk}$ ), градиент давления в аорте ( $P_{mn}$ ) достоверно превышали исходные значения ( $p < 0,05$ ) в отличие от мужчин без нарушений слуха.
5. У девушек с нарушениями слуха после динамической нагрузки восстановление скорости кровотока ( $V_{pk}$ ,  $v_{ti}$ , MD) и САД происходит медленнее, чем у девушек без нарушений слуха.
6. У женщин с нарушениями слуха после динамической нагрузки восстановление показателей скорости кровотока ( $v_{ti}$ ), систолической работы (SW) начинается позже, чем у женщин без нарушений слуха.
7. У лиц с нарушениями слуха выявлен более выраженный вклад сердечного компонента в реакцию гемодинамики на динамическую нагрузку, что проявляется в позднем

начале восстановления показателей скорости кровотока ( $V_{pk}$ ,  $v_{ti}$ , MD) при адекватной реакции сосудистой системы (ОПСС, С).

8. Изменения показателей гемодинамики после статической нагрузки у юношей с нарушениями слуха свидетельствуют о преобладании сосудистого компонента в реакции ССС.

9. У мужчин с нарушениями слуха изменения показателей гемодинамики после статической нагрузки свидетельствуют о преобладании сердечного компонента.

10. Реакция гемодинамики на статическую нагрузку у лиц с нарушениями слуха характеризуется тенденцией к повышению систолической работы (SW) вне зависимости от изменения скорости систолического выброса, в отличие от реакции у лиц без нарушений слуха.

11. У юношей с нарушениями слуха после динамической нагрузки восстановление скорости кровотока ( $V_{pk}$ ), систолической работы (SW) начинается позже, чем у мужчин и девушек с нарушениями слуха.

12. У девушек с нарушениями слуха после динамической нагрузки восстановление скорости кровотока начинается позже, а показателя систолической работы - раньше, чем у женщин с нарушениями слуха.

13. У мужчин с нарушениями слуха после динамической нагрузки восстановление показателя систолической работы (SW) начинается раньше, чем у женщин с нарушениями слуха.

#### Список научных работ, опубликованных по теме диссертации

1. **Golovachev, Artem M.** The heart contractility of hearing-impaired young people under static load / Artem M. Golovachev, Raisa G. Biktemirova, Nafisa I. Ziyatdinova, Igor I. Zakirov, Timur L. Zevfirov // Journal of Critical Reviews. - 2020. - Vol. 7. - №5.- P. 1-4. (Scopus).
2. **Golovachev, Artem M.** The aortic elasticity in hearing-impaired girls after dynamic load / Artem M. Golovachev, Raisa G. Biktemirova, Nafisa I. Ziyatdinova, Igor I. Zakirov, Timur L. Zevfirov // Journal of Critical Reviews. - 2020. - Vol. 7. - №5. - P. 33-36. (Scopus).
3. **Головачев, А.М.** Состояние сердечного выброса у лиц с патологией слуха / А.М. Головачев, Р.Г. Биктемирова, Н.И. Зиятдинова, И.И. Закиров, Т.Л. Зефилов // Практическая медицина. - 2019. - Том 17. - № 2. - С. 124-129. (БАК)
4. **Головачев, А.М.** Возрастные особенности показателей внешнего дыхания и гемодинамики у лиц с патологией слуха / Головачев А.М., Биктемирова Р.Г., Зиятдинова Н.И., Закиров И.И., Зефилов Т.Л. // Дневник Казанской медицинской школы. 2019. Выпуск I (XXIII). с.21-27. (БАК).
5. **Golovachev Artem M.** Comparison of hemodynamics in people with hearing loss Artem M. Golovachev, Raisa G. Biktemirova, Nafisa I. Ziyatdinova, Igor I. Zakirov, Timur L. Zevfirov // Drug Invention Today. - 2018. - Vol. 10 - №2, P. 2968-2971. (Scopus).
6. **Головачев, А.М.** Ультразвуковой мониторинг центральной гемодинамики лиц с нарушениями слуха // Головачев А.М., Биктемирова Р.Г., Зиятдинова Н.И., Закиров И.И., Зефилов Т.Л. Практическая медицина. 2018, 1 (112), С. 49-52. (БАК).
7. **Golovachev, Artem.** FEATURES OF HEMODYNAMICS OF PERSONS WITH HEARING LOSS / Artem Golovachev, Raisa Biktemirova, Nafisa Ziyatdinova, Igor Zakirov, Timur Zevfirov// Herald National Academy of Managerial Staff of Culture and Arts. - 2018. - №3(2). - p.23-26.

8. Ибрагимов, А.Р. СОСТОЯНИЕ ГЕМОДИНАМИКИ У ЛИЦ, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРОЙ И СПОРТОМ / А.Р. Ибрагимов, **А.М. Головачев**, Р.Г. Биктемирова // Материалы Итоговой научно-образовательной конференции студентов Казанского федерального университета 2018 года: сб. статей: [в 5 т.]. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2018. – Т. 3. - с.164-166.
9. **Головачев А.М.** Показатели систолического выброса у лиц с ограниченными возможностями здоровья / А.М. Головачев, Р.Г. Биктемирова, Н.И. Зиятдинова, Т.Л. Зефирова // Чтения памяти профессора Анатолия Андреевича Попова: сб. науч. материалов. - Казань. - 2018. - Вып. 8. - С. 26-30.
10. **Golovachev A.M.** The use of modern ultrasound methods in the diagnosis of cardiovascular system / A.M. Golovachev, R.G. Biktemirova, N.I. Ziyatdinova, T.L. Zevfirov // Journal of Pharmacy Research. - 2017. - Vol 11. - Issue 10. - P. 1205-1208.
11. **Головачев, А.М.** ВОЗМОЖНОСТИ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ/А.М. Головачев, Р.Г. Биктемирова, Н.И. Зиятдинова, Т.Л. Зефирова // Чтения памяти профессора Анатолия Андреевича Попова: сборник научных материалов, - Казань, 2017- С. 55-59.
12. Zefirov T.L. Influence of pathology of auditory analyzer on cardiac output /T.L.Zefirov, **А.М. Golovachev**, R.G. Biktemirova, A. Ibragimov, N.I. Ziyatdinova // European Journal of Clinical Investigation. -2018. - Vol. 48, S.1. -P. 136. (WoS)
13. Кобзарев Р.С. Оценка показателей эластичности аорты у слабослышащих девушек / Р.С. Кобзарев, **А.М. Головачев**, Р.Г. Биктемирова, Н.И. Зиятдинова, Т.Л. Зефирова // Физиология и патология кровообращения: VII Всероссийская с международным участием школа-конференция. - М.: РА «ИЛЬФ», 2020. - с. 63.
14. Миллер А.Г. Реакция сократительной способности миокарда на статические нагрузки у слабослышащих юношей / А.Г. Миллер, Р.Г. Биктемирова, **А.М. Головачев**, Н.И. Зиятдинова, Т.Л. Зефирова // Физиология и патология кровообращения: VII Всероссийская с международным участием школа-конференция. - М.: РА «ИЛЬФ», 2020. - с. 86-87.
15. **Головачев, А.М.** ВЛИЯНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА ГЕМОДИНАМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЛИЦ С НАРУШЕНИЯМИ СЛУХА / Головачев А.М. // Материалы III Международного конгресса, посвященного А.Ф. Самойлову. «Фундаментальная и клиническая электрофизиология. Актуальные вопросы аритмологии». 5–6 апреля 2019г., г. Казань. М.: Издательство ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России. - 2019. - с. 28.
16. Биктемирова, Р.Г. КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВЕГЕТАТИВНОГО СТАТУСА СЛАБОСЛЫШАЮЩИХ ЛЮДЕЙ / Биктемирова Р.Г., **Головачев А.М.**, Зефирова Т.Л. // Материалы III Международного конгресса, посвященного А.Ф. Самойлову. «Фундаментальная и клиническая электрофизиология. Актуальные вопросы аритмологии» 5–6 апреля 2019г., г. Казань. М.: Издательство ФГАОУ ВО Первый МГМУ им. И.М. Сеченова Минздрава России. - 2019. - с. 24.
17. **Головачев А.М.** Ультразвуковой метод исследования параметров гемодинамики у лиц с нарушением слуха // А.М. Головачев, Р.Г. Биктемирова, Н.И. Зиятдинова Т.Л. Зефирова // Адаптация развивающегося организма: материалы XIV международной научной конференции. - Казань: Отечество, 2018. - С.45-46.
18. **Головачев, А.М.** УЛЬТРАЗВУКОВАЯ ДИАГНОСТИКА СЕРДЕЧНОГО ВЫБРОСА УЧАЩИХСЯ С НАРУШЕНИЯМИ СЛУХА / А.М. Головачев // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященная 150-летию А.Ф. Самойлова: Фундаментальная и клиническая электрофизиология сердца. Актуальные вопросы аритмологии, Казань, 2018. - С.14.
19. **Головачев, А.М.** ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВОЙ БИОМЕДИЦИНСКОЙ АППАРАТУРЫ ДЛЯ НЕИНВАЗИВНОГО ИЗМЕРЕНИЯ СЕРДЕЧНОГО ВЫБРОСА В РЕЖИМЕ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

/ А.М. Головачев, Т.Л. Зефирова // Материалы III Международной школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Материалы и технологии XXI века», 29-31 октября 2018г. - с.24.

20. **Головачев А.М.** НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ С ПОМОЩЬЮ НОВЕЙШИХ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ / Головачев А.М., Биктемирова Р.Г., Зиятдинова Н.И., Зефирова Т.Л. // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященная 150-летию А.Ф. Самойлова: Фундаментальная и клиническая электрофизиология сердца. Актуальные вопросы аритмологии, Казань, 2017. - С.19-20.

21. **Головачев А.М.** ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЕРДЕЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ У ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПРОБ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ МЕТОДОВ / А.М. Головачев, Р.Г. Биктемирова, Н.И. Зиятдинова, Т.Л. Зефирова // Материалы XXIII съезда Физиологического общества имени И.П. Павлова. - Воронеж, - 2017. - С. 1469-1471.

e-mail автора: [argogo@list.ru](mailto:argogo@list.ru)

Адрес для отзывов на автореферат: 420008, Казань, ул.Кремлевская,18, главное здание Казанского федерального университета, отдел аттестации научно-педагогических кадров, Ученому секретарю Диссертационного совета 03.06 Аникиной Татьяне Андреевне, e-mail: [tania57vgl@rambler.ru](mailto:tania57vgl@rambler.ru)