

***И.Х.ВАХИТОВ, Р.Г. БИКТЕМИРОВА***

**ВЛИЯНИЕ РАННЕЙ МЫШЕЧНОЙ ТРЕНИРОВКИ  
НА СЕРДЦЕ РАЗВИВАЮЩЕГОСЯ ОРГАНИЗМА**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГАОУ ВПО «Казанский федеральный университет»

Институт фундаментальной медицины и биологии

---

*И.Х.ВАХИТОВ, Р.Г.БИКТЕМИРОВА*

**М О Н О Г Р А Ф И Я**

**ВЛИЯНИЕ РАННЕЙ МЫШЕЧНОЙ ТРЕНИРОВКИ  
НА СЕРДЦЕ РАЗВИВАЮЩЕГОСЯ ОРГАНИЗМА**

КАЗАНЬ 2016

Печатается по решению учебно-методического Совета и ученого Совета  
института фундаментальной медицины и биологии КФУ

УДК: 796.01:612

ББК: 75.1.

В 22

*И.Х.Вахитов, Р.Г. Биктемирова*: Влияние ранней мышечной тренировки на  
сердце развивающегося организма

Монография - Казань: КФУ, 2016. – с. 172

ISBN 978-5-87730-489-5

В монографии излагаются современные представления о регуляции и механизмах адаптации развивающегося организма при систематических мышечных тренировках.

Особенно интересны и показательны изменения механизмов регуляции насосной функции сердца развивающегося организма, при мышечных тренировках, начатых на более ранних этапах индивидуального развития.

Монография предназначена для преподавателей вузов, аспирантов, магистров, студентов физкультурного и биологического профиля.

**Р е ц е н з е н т ы :** Э.И.Аухадиев, доктор медицинских наук,  
профессор (КГМА)

Ф.Г. Ситдилов, доктор биологических наук,  
профессор (КФУ)

ISBN 978-5-87730-489-5

© И.Х. Вахитов, Р.Г. Биктемирова, 2016  
© КФУ, 2016

## ВВЕДЕНИЕ

Закономерности функционирования сердца, а также механизмы регуляции его деятельности привлекали внимание исследователей ряда поколений. Этим важным проблемам физиологии сердца посвящены работы И.А.Аршавского, Г.И.Косицкого, В.Л.Карпмана, Ф.С.Меерсона, О.Д.Курмаева, Б.С.Кулаева, Ф.Г.Ситдикова, Р.А.Абзалова, Э.Адольфа, Т.Л.Зефирова, D.S.Seals, C.Y.Chen, S.E.DiCarlo и др. Как известно, сердце чрезвычайно оперативно реагирует на воздействие различных факторов. Поэтому многочисленные исследования посвящены изучению функциональных показателей сердца в различных физиологических ситуациях. Двигательная активность является важным фактором функционального совершенствования сердца в онтогенезе (Р.А.Абзалов, 1971, 1985; Р.А.Калюжная, 1977; Р.Е.Мотылянская, 1979; K.C.Brown, 1980; W.J.Conysa, 1980; B.Grunenwald, 1980; M.Rena et al., 1980; J.Ostman–Smith, 1981; И.А.Аршавский, 1982; Р.Р.Нигматуллина, 1999; Ф.Г.Ситдилов, Ю.С.Ванюшин, 2001 и др.). Влияние различных режимов двигательной активности в широком диапазоне от гипокинезии до мышечных тренировок на насосную функцию сердца развивающегося организма изучались в работах Р.А.Абзалова (1971, 1985); В.С.Мищенко (1974); С.В.Хрущева (1980); В.Л.Карпмана, Б.Г.Любиной (1982); Р.А.Меркуловой и др. (1989); Н.А.Фомина, Ю.Н.Вавилова (1991); Р.И.Гильмутдиновой (1991); И.Б.Ишмухаметова (1993); Р.Р.Нигматуллиной (1991, 1997); Ю.С.Ванюшина, Ф.Г.Ситдикова (1997, 2001); Р.Р.Абзалова (1998) и др.

Значительный интерес у исследователей вызывает изучение закономерностей изменения насосной функции сердца развивающегося организма при систематических мышечных тренировках. Эта проблема приобретает особую актуальность в связи с привлечением значительного количества детей к занятиям спортом на различных этапах их

индивидуального развития. В отдельных видах спорта (художественная гимнастика, фигурное катание, спортивная гимнастика, плавание и т.д.) дети в более раннем возрасте начинают заниматься интенсивными мышечными тренировками. Организм в целом, и в частности сердце при мышечных тренировках испытывает большое напряжение. В этой связи изучение показателей насосной функции сердца и механизмов регуляции насосной функции сердца развивающегося организма, приобщенных к систематическим мышечным тренировкам на различных этапах постнатального развития, представляется важным для возрастной физиологии и физиологии спорта.

Механизмы регуляции насосной функции сердца большинством исследователей изучаются в условиях модельных опытов на животных. Значительное число исследований посвящено механизмам регуляции частоты сердечных сокращений в развивающемся организме (Adolf, 1967; И.А.Аршавский и сотр., 1982; Ф.Г.Ситдилов и сотр., 1984; Р.А.Абзалов и сотр., 1985; Б.С.Кулаев, Л.И.Анциферова, 1981; Т.Л.Зефилов, 1999 и др). Механизмы регуляции ударного объема крови в развивающемся организме в условиях различных режимов двигательной активности изучены в работах Р.А.Абзалова (1985); Р.Р.Нигматуллиной (1991,2001); Р.И.Гильмутдиновой (1991); И.Х.Вахитова (1993); А.И.Зиятдиновой (1994); Н.В.Васенкова (1995); И.Г.Хурамшина (1998); Н.И.Абзалова (2002); О.А.Тихоновой (2003). При этом остаются недостаточно изученными механизмы регуляции насосной функции сердца развивающегося организма в условиях приобщения к мышечным тренировкам на различных этапах постнатального развития. Исходя из вышеизложенного, представляются актуальными исследования насосной функции сердца и механизмов ее регуляции при различных физиологических ситуациях в зависимости от возраста приобщения к мышечным тренировкам.

**Целью данной работы явилось** - изучение зависимости показателей насосной функции сердца и механизмов ее регуляции в развивающемся организме от мышечных тренировок, начатых на более ранних этапах постнатального развития.

**Задачи:**

1. Исследовать в состоянии покоя показатели насосной функции сердца детей, приобщенных к мышечным тренировкам на различных этапах онтогенеза и специализирующихся в разных видах спорта.
2. Изучить особенности насосной функции сердца крысят и механизмы регуляции частоты сердечных сокращений (ЧСС) и ударного объема крови (УОК) при мышечных тренировках, начатых на ранних этапах онтогенеза.

## 1. МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Существуют официальные возрасты детей, рекомендуемые для начала систематических занятий теми или иными видами спорта (А.Г. Дембо, 1988). Однако эти сроки далеко не всегда выдерживаются, поскольку сохраняется тенденция к омоложению спорта и возможно к более раннему началу занятий спортом. В связи с этим возникает множество медико-биологических проблем, основной из которых можно считать влияние систематических мышечных тренировок организованные на различных этапах развития детей на насосную функцию сердца.

*Возрасты детей, рекомендуемые для начала систематических мышечных тренировок, по А.Г. Дембо.*

Возраст, годы	Каким видом спорта можно заниматься (начальная подготовка)
7-8	Плавание. Гимнастика спортивная
8-9	Фигурное катание
7-10	Настольный теннис и теннис
9-10	Прыжки в воду, лыжный спорт (прыжки с трамплина и горные лыжи), прыжки на батуте
9-12	Лыжные гонки
10-11	Художественная гимнастика, бадминтон
10-12	Конькобежный спорт, лыжный спорт
11-12	Акробатика, баскетбол, волейбол, ручной мяч, водное поло, хоккей с шайбой и мячом, стрельба из лука
12-13	Борьба классическая, вольная, самбо, конный спорт, гребля
12-14	Бокс
14-15	Тяжелая атлетика

Подготовка квалифицированного спортсмена требует многолетней спортивной тренировки. Многолетняя спортивная подготовка состоит из различных разделов и условно подразделяется на четыре этапа.

Этапы многолетней спортивной подготовки, по В.Н. Платонову.

*1- этап начальной подготовки*

*( продолжительность примерно 2-3 года)*

*2- этап специальной подготовки*

*( продолжительность примерно 2-3 года)*

*3- этап спортивного совершенствования*

*( продолжительность примерно 2-3 года)*

*4- этап сохранения спортивных достижений*

Подготовкой юных спортсменов специализированно занимаются детско-юношеские спортивные школы. Учебно-тренировочная работа в ДЮСШ организовывается, как правило, в трех группах. По мере повышения уровня тренированности и с учетом возраста дети переходят из одной группы в другую.

Комплектование учебных групп в ДЮСШ

1- группы начальной подготовки

2- учебно-тренировочные группы

3- группа спортивного совершенствования



## **2. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Общее количество испытуемых составило 330 человек, из них 264 юных спортсменов и 66 детей, не занимающихся спортом (дети контрольной группы). Для изучения показателей насосной функции сердца детей приобщенных к мышечным тренировкам на различных этапах постнатального развития и занимающихся разными видами спорта, нами были исследованы юные спортсмены, занимающиеся в специализированных ДЮСШ – по плаванию, лыжным гонкам, спортивной гимнастике и хоккею с шайбой. Отбор и систематические мышечные тренировки в данных видах спорта начинаются с разных возрастов развития детей. Спортивным плаванием и гимнастикой дети начинают заниматься как правило в 6-7 летнем возрасте, а лыжными гонками и хоккеем с шайбой несколько позже, в 9-10- летнем возрасте.

Многолетняя спортивная подготовка юных спортсменов условно подразделяется на этап начальной спортивной подготовки, специальной спортивной подготовки и этап спортивного совершенствования (В.Н.Платонов, 1986). Продолжительность каждого этапа составляет в среднем 3 года. В соответствии с этим в нашей работе проводилось изучение показателей насосной функции сердца юных спортсменов, приобщенных к мышечным тренировкам на различных этапах постнатального развития, на трех этапах спортивной подготовки.

### **2.1. Характеристика обследованных видов спорта**

#### **Спортивное плавание**

Изучение показателей насосной функции сердца детей, занимающихся плаванием, проводили в СДЮШОР-18 в плавательном бассейне «Оргсинтез» г. Казани. Спортсмены имели различный уровень физической подготовленности - от начинающих заниматься систематическими

мышечными тренировками до кандидатов в мастера спорта. Всего в эксперименте приняли участие 101 человек. К систематическим занятиям плаванием дети приступают, как правило, в 6-7 летнем возрасте.

Спортивное плавание – один из самых массовых и популярных видов спорта. Соревнования по плаванию входят в программу Олимпийских игр, где разыгрываются 36 комплектов золотых, серебряных и бронзовых медалей среди мужчин и женщин. Понятие «плавание» означает способность человека удерживаться на месте или передвигаться в воде с помощью локомоций. Плавание относится к циклическим упражнениям, выполняемым в необычных условиях водной среды. В школах, имеющих бассейны, уроки плавания проводятся в течение всего года.

В литературе имеются работы посвященные изучению влияния систематических занятий плаванием на организм спортсменов. В основном оно изучено на взрослых спортсменах. При этом работы, посвященные изучению насосной функции сердца на различных этапах многолетней тренировки спортсменов, занимающихся плаванием, встречаются крайне мало. В связи с этим мы провели исследования насосной функции сердца пловцов, начиная с группы начальной подготовки и до группы спортивного совершенствования.

## **Лыжные гонки**

Исследования юных лыжников-гонщиков проводили в специализированной ДЮСШОР по лыжным гонкам в Кировском районе г. Казани.

Лыжные гонки относят к циклической работе большой (5 и 10 км) и умеренной (15, 30, 50 и более км) интенсивности. В связи с пересеченностью трасс и сложным рельефом местности бег на лыжах можно характеризовать как деятельность переменной мощности. Интенсивность работы лыжника в

значительной степени определяется рельефом лыжной трассы и условиями внешней среды.

Для регулярных занятий лыжным спортом необходим определенный уровень физической и функциональной подготовки детей и подростков. С этой целью, как правило, рекомендуется привлекать детей к занятиям лыжными гонками не ранее 9 – 10 лет.

Желающих заниматься спортом группы начальной подготовки комплектуются из учащихся 9-11 лет общеобразовательных школ. Учебно-тренировочные группы формируются из одаренных и способных к лыжному спорту детей и подростков 12-16 лет, прошедших спортивную начальную подготовку и выполнивших нормативные требования по общей физической и специальной подготовке.

Группы спортивного совершенствования комплектуют из спортсменов 16-18 лет, прошедших этап подготовки учебно-тренировочных группах и выполнивших нормативы по специальной физиологической и спортивной подготовке.

### **Спортивная гимнастика**

Исследования юных гимнастов проводили в ДЮСШ № 1 г.Казани. Гимнастика характеризуется выполнением разнообразных физических упражнений как динамического, так и статического характера. Одни упражнения, связанные с различными положениями на снарядах, медленными силовыми подъемами, способствуют нарастанию мышечной силы. Другие упражнения динамического характера (прыжки, махи на коне), свободные от статического компонента, содействуют развитию скорости и координации движений.

Как известно, многие гимнастические упражнения являются искусственными и выполняются в необычных условиях: на различных снарядах, вниз головой, в безопорном положении и на разной высоте.

Поэтому их изучение требует многократного повторения, что невозможно без развития общей и специальной выносливости. Гимнастические упражнения предъявляют весьма специфические требования к деятельности сердечно-сосудистой системы.

## **Игра в хоккей с шайбой**

Исследования юных хоккеистов проводили в специализированной школе по хоккею с шайбой г. Казани.

Спортивные игры характеризуются практически неограниченным разнообразием двигательных действий, непредсказуемостью и неожиданностью игровых ситуаций, соперничеством, высокой эмоциональностью и является любимым зрелищем у всех народов. Спортивные игры способствуют развитию всех физических качеств, образованию двигательных навыков и автоматизмов, совершенствованию вегетативных функций. Резкий характер смены деятельности, вызванный заменой игроков, сказывается на деятельности сердечно-сосудистой системы.

## 2.2. Методика регистрации реограммы

Среди реографических методов определения ударного объема крови наибольшее распространение получил метод тетраполярной грудной реографии по Кубичеку (Kubicek W. et al., 1967) в различных модификациях. Принцип метода импеданской электроплетизмографии заключается в регистрации колебаний комплексного электрического сопротивления (импеданса) биообъекта току высокой частоты; колебания сопротивления пропорциональны изменениям кровенаполнения. Усиленные электронными устройствами и зарегистрированные графически, эти изменения сопротивления образуют кривую, называемую реограммой (rheo – поток).

Метод обладает рядом неоспоримых достоинств: неинвазивностью и оперативностью, непрерывностью и любой длительностью наблюдения, технической простотой и абсолютной атравматичностью, возможностью измерений на свободном дыхании.

Электроды накладываются по следующей схеме: 2 токовых электрода: первый – на голову в области лба, второй – на голень выше голеностопного сустава, 2 измерительных электрода: первый – в области шеи на уровне 7-го шейного позвонка, второй – в области грудной клетки на уровне мечевидного отростка.

В комплексе «Реодин – 500» в качестве базовой медицинской методики использована грудная тетраполярная реография. Разработанный алгоритм автоматической оценки показателей гемодинамики позволяет без вмешательства оператора локализовать все фазовые структуры биоимпеданского сигнала. Необходимые опорные точки сигнала (начала систолической и диастолической волн, окончание периода изгнания, максимумы систолической и диастолической волн, окончание периода изгнания) изменяются с погрешностью не больше 1,0 % относительно высококвалифицированной экспертной разметки. Реоприставка для компьютерного анализа РПКА2 – 01 ТУ 9442-002-00271802-95 предназначен

для работы в составе аппаратно-программных комплексов медицинского назначения. Прибор рекомендован к применению в медицинской практике Комитетом по новой медицинской технике министерства здравоохранения РФ. (Протокол №5 от 13 июня 1995 года). Сертификат соответствия РОСС RU. 0001.11ИМО2 №3434630.

С целью изучения механизмов регуляции насосной функции сердца мы использовали белых беспородных лабораторных крыс 14-, 42- и 70 -дневного возраста. Для моделирования различных режимов двигательной активности крысят с 14-дневного возраста делили на две экспериментальные группы. Крысята первой группы содержались в обычных условиях вивария по 6-8 животных (неограниченная двигательная активность- НДА). Животных второй экспериментальной группы с 14- до 70 -дневного возраста подвергали мышечным тренировкам плаванием, т.е. моделировали режим усиленной двигательной активности. Тренировку животных осуществляли по методике Р.А.Абзалова (1985, 1987).

Для определения ударного объема крови крыс использовали метод тетраполярной грудной реографии (W.I. Kubicek et al., 1966) в модификации Р.А.Абзалова (1985) и А.М.Бадаквы (1989). Дифференцированную реограмму регистрировали у наркотизированных этаминалом натрия (40 мг/кг) крыс при естественном дыхании с помощью прибора РПГ–204. Для изучения симпатических влияний на насосную функцию сердца крыс в яремную вену через катетер вводили 0,1 % раствор обзидана в дозе 0,8 мл/100 г и прозаин в концентрации  $1 \cdot 10^{-7}$  моль/л в дозе 0,17 мг/100 г массы тела. Для блокады парасимпатических влияний вводили 0,1 % раствор серно-кислого атропина. О выраженности симпатических и парасимпатических влияний на насосную функцию сердца крыс судили по сдвигам ЧСС, УОК и МОК после фармакологической блокады соответствующих рецепторов. Введение обзидана блокирует  $\beta$ -АР, а введение прозаина блокирует  $\alpha$ -АР, при этом происходит снижение хроно- и инотропной функции сердца. Введение атропина, как известно, снимает тормозящие влияния блуждающих нервов и

как следствие наступает увеличение УОК, ЧСС за счет связывания постсинаптических М-ХР.

*Статическая обработка* результатов выполнена на персональном компьютере в программе « Statistika v 5.5». Рассчитаны: средняя арифметическая ( $M$ ), средняя ошибка средней арифметической ( $\pm m$ ). Для сравнительного анализа использованы ( $t$ ) критерии Стьюдента.

### **2.3. Возрастная периодизация белых лабораторных крыс**

Для проведения исследований использовали белых беспородных лабораторных крыс 14-, 42- и 70- дневного возраста. В основу возрастной периодизации, предложенной В.И.Махинько, В.Н.Никитиным (1975); И.А. Аршавским (1982) взяты анатомо-физиологические особенности животных, изменения в половой сфере. Крысята 14-дневного возраста входят в средний молочный период. Этот период длится от прорезывания резцов и появления шерсти до открывания глаз и заметного повышения двигательной активности. Однако в данном возрасте терморегуляция животных еще не совершенна.

Животные 42-дневного возраста входят в предпубертатный период. Они самостоятельно питаются и переходят на общий корм. По сравнению с 14-дневным возрастом к 42 дню жизни крысят масса тела и масса сердца увеличиваются соответственно в 4 и 3,5 раза. Частота сердечных сокращений достигает 440-450 уд/мин.

У животных 70-дневного возраста процесс полового созревания считается незавершенным. Наблюдается удвоение массы тела и она достигает примерно 120 г. Масса сердца составляет 4,23 г. Происходит возрастное урежение ЧСС до 420 уд/мин.

### **2.4. Методика мышечных тренировок крыс**

Для моделирования различных режимов двигательной активности с 14-дневного возраста крысят делили на 2 экспериментальные группы. Крысята 1 группы содержались в обычных условиях вивария по 6-8 животных (неограниченная двигательная активность- НДА).

Животных 2 экспериментальной группы с 14 до 70 -дневного возраста подвергали мышечным тренировкам, т.е. моделировали режим усиленной



двигательной активности. Тренировку животных осуществляли по методике Р.А.Абзалова (1985, 1987) с некоторыми нашими изменениями и дополнениями. Мышечные тренировки крысят начинали с тридцати секунд плавания в детской ванне, где температуру поддерживали на уровне 32-33 С. На второй день крысята плавали до 1 минуты. К концу первой недели общее время одной тренировки было доведено до 5 минут, т.е. ежедневно прибавляли по 1 минуте. На второй неделе тренировки время плавания увеличивали ежедневно на 5 минут и к концу второй недели тренировки время плавания животных достигло 35 минут. К концу третьей недели время одной тренировки составила 95 минут, т.е. плавание увеличивали ежедневно на 10 минут.

В дальнейшем мы применяли тренировку с отягощениями. Каждому крысенку индивидуально подбирали металлический груз и укрепляли на туловище на тонкой резинке. Тренировка с отягощением состояла из 15-20-минутной разминки, а затем из плавания с грузом.

На четвертой неделе крысята плавали 95 минут, из них 30-35 минут с грузом, составляющим 3% от массы тела. На пятой неделе животные плавали 60 минут с грузом. На шестой неделе время плавания составило 105 минут, из них 30 минут с 5 % грузом от массы тела. К концу седьмой недели животные плавали 120 минут, из них 40-45 минут с 5 % от массы тела грузом. Время плавания с таким же грузом на 8 неделе составило 70-75 минут.

## **2.5. Методика регистрации реограммы у крыс**

Для определения ударного объема крови использовали метод тетраполярной грудной реографии (W.I. Kubicek et al., 1966) в модификации Р.А.Абзалова (1985) и А.М.Бадаквы (1989). Дифференцированную реограмму регистрировали у наркотизированных этаминалом натрия (40 мг/кг) крыс при естественном дыхании с помощью прибора РПГ-204. Для регистрации

дифференцированной реограммы использовали игольчатые электроды и вводили их подкожно. Первый и четвертый- токовые электроды размещали подкожно на голове и на бедре. Потенциальные электроды (второй и третий) укрепляли параллельно друг другу. Верхний – на уровне верхней точки грудины, а нижний – в середине мечевидного отростка. Для крысят 14-дневного возраста использовали более тонкие и короткие электроды в зависимости от размеров тела. На протяжении всего эксперимента вели контроль за температурой тела с помощью медицинского электротермометра (ТПЭМ-1), вставленного в анальное отверстие животного, и поддерживали температуру на уровне 38 С.

### **3. Показатели насосной функции сердца юных спортсменов приобщенных к мышечным тренировкам на различных этапах постнатального развития и занимающихся разными видами спорта**

Одним из основных факторов, способствующих совершенствованию деятельности сердца в онтогенезе, по мнению многих исследователей, является двигательная активность (Р.А.Абзалов, 1971, 1985; В.С.Фарфель, 1972, 1977; Х.А.Бекмансуров, 1973; Р.А.Калюжная, 1977; Р.Е.Мотылянская, 1979; К.С.Brown, 1980; W.J.Conysa, 1980; B.Grunenwald, 1980; M.Rena et al., 1980; J. Ostman – Smith, 1981; И.А.Аршавский, 1982; И.А.Аринчин, 1987; Р.Р.Нигматуллина, 1999; Ю.С.Ванюшин, Ф.Г.Ситдилов 2001).

Исследователи отмечают, что систематические мышечные тренировки способствуют урежению частоты сердечных сокращений в покое (Н.Мелерович, 1956; В.С.Фарфель, 1960; С.В.Хрущев с соавт., 1974; И.А.Аршавский, 1982; Р.А.Абзалов, 1971, 1985; Р.Е.Мотылянская, 1979; А.Г.Дембо, Э.В.Земцовский, 1989; Р.Р.Нигматуллина, 1999; Ю.С.Ванюшин, Ф.Г.Ситдилов 2001 и др.)

Однако в литературных источниках приводятся разные данные частоты сердцебиений спортсменов, систематически занимающихся мышечными тренировками. Наибольшее влияние на развитие брадикардии в состоянии покоя оказывают физические упражнения циклического характера, направленные на развитие выносливости. По мнению многих авторов, на фоне физиологического, возрастного урежения пульса у спортсменов происходит развитие брадикардии тренированности (А.Г.Ким, 1968; С.В.Хрущев с соавт., 1974; И.Л.Граевская, 1975; Р.А.Абзалов, 1985; С.В.Тихвинский, С.В.Хрущев, 1991; Р.Р.Нигматуллина 1999; Ю.С.Ванюшин, 2001).

Ряд авторов утверждают, что систематические физические нагрузки способствуют урежению частоты сердечных сокращений в покое, что

приводит к увеличению резервных возможностей развивающегося сердца (Р.Е.Мотылянская, 1966, С.В.Хрущев, 1980; Г.А.Садыкова, 1985).

В работе Р.К.Зайнутдинова (1971) приводятся данные о том, что у детей в возрасте 11-12 лет, занимающихся плаванием, частота сердечных сокращений в течение 6-7 месяцев тренировки снизилась на такую величину, что и у юных лыжников 9-10 летнего возраста в течение двухгодичных тренировок. Это свидетельствует о том, что плавательная тренировка способствует более глубокому развитию брадикардии тренированности по сравнению с тем же у юных лыжников, особенно на начальной стадии тренировочного процесса.

В то же время в литературных источниках встречаются работы, свидетельствующие о том, что не всегда при систематических занятиях спортом наблюдаются изменения в частоте сердечных сокращений у спортсменов. Так, Hamilton P., (1976) обследуя юных спортсменов, которые тренировались по напряженной длительной хоккейной программе, и группу контроля, пришел к выводу о том, что тренированные мальчики препубертатного возраста не отличаются значительно от контрольной группы по частоте сердечных сокращений. Данное положение поддерживает и другой автор, который отмечает, что максимальные значения частоты сердцебиений, при выполнении гимнастических упражнений хотя и превышают 190 ударов в минуту и это приводит к увеличению анаэробной работоспособности, не вызывает однако, развитие брадикардии тренированности (Jemni M., 2001). Ряд исследователей, изучая влияние различных физических упражнений на ЧСС, обнаружили, что у тренированных на выносливость спортсменов по сравнению со спортсменами, занимающимися ациклическими упражнениями, пульс в покое более низкий и составляет соответственно  $59 \pm 11$  и  $76 \pm 9$  ударов в минуту (Vinereanu D., 2002).

Адаптационная перестройка вегетативной регуляции приводит к тому, что в состоянии покоя снижается влияние на сердце обоих отделов

вегетативной нервной системы. Однако, по мнению большинства исследователей, при этом имеет место относительное преобладание холинергических влияний (А.С.Чинкин, 1971; С.П.Кончин, 1975; Lin Y., Horvath S., 1972). Экономизация функции сердца в покое и при умеренных нагрузках у спортсменов по сравнению с нетренированным организмом достигается уменьшением степени активации симпатико-адреналовой системы.

В поддержку данного положения выступает Aubert A.E. (2001), который в своих исследованиях указывает на то, что спортсмены с аэробной тренировкой по сравнению с нетренированными людьми имеют увеличение вагусного тонуса. По его мнению, на вариабельность сердечных сокращений влияет физическая тренировка, особенно тренировка на выносливость. Это свидетельствует о том, что аэробные мышечные нагрузки оказывают выраженное влияние на сердечно-сосудистую систему.

Обследуя юных футболистов, Somauroo JD (2001) сделал вывод о том, что синусовая брадикардия отмечается лишь у 65 игроков (39 %). Другим автором гипертрофия левого желудочка выявлена у 85 (50 %) футболистов. (Somauroo JD., 2001).

Обобщая вышеизложенное, можно отметить, что у исследователей нет единого мнения о влиянии систематических мышечных тренировок на величину частоты сердечных сокращений. В литературных источниках крайне редко встречаются работы посвященные изучению частоты сердечных сокращений в возрастном аспекте у детей, приобщенных к систематическим мышечным тренировкам на более ранних этапах постнатального развития. Поэтому необходимо более детально исследовать динамику ЧСС развивающегося организма в процессе многолетних мышечных тренировок. Также следует изучить воздействие различных видов спорта на изменения частоты сердечных сокращений юных спортсменов.

Физическая активность человека направлена на изменение состояния его организма, на приобретение нового уровня развития физических качеств и способностей. Последнее не может быть достигнута никаким другим путем, кроме мышечной тренировки (В.К.Бальсевич, 2000). Под влиянием систематических мышечных тренировок совершенствуется функциональные возможности сердца спортсмена.

Как только стало возможным измерение ударного объема крови у человека, исследователями выполнено множество работ. Изучению влияния систематических мышечных тренировок на величину ударного объема крови в развивающемся организме посвящены работы многих авторов (С.В.Хрущев, 1980; Р.А.Абзалов, 1985; Р.Р.Нигматуллина, 1991; Р.И.Гильмутдинова, 1991; И.Х.Вахитов, 1993; Н.Н.Васенков, 1995; И.Б.Ишмухаметов, 1993; А.И.Зиятдинова, 1994; О.И.Павлова, 1997 и др.). В процессе ежедневных физических нагрузок развивается гипертрофия миокарда, которая приводит к увеличению размеров сердца (Г.Ф.Ланг, 1936; К.Рябов, Н.Потапова, 1969; Ю.К.Шхвацабая, 1976; В.С.Аграненко, М.З.Залесский, 1979; В.Л.Карпман, Б.Г.Любина, 1982; R.Jacob et al., 1983; И.В.Вдовина, О.В.Бирюкова, 1988; А.Г.Дембо, Э.В.Земцовский, 1989; M.Huonker et al., 1996, S.P.Colan, 1997).

Однако изучению систолического объема крови в состоянии относительного покоя спортсменов, специализирующихся в разных видах спорта, посвящены единичные работы (Н.Д.Граевская, 1975; С.В.Хрущев, 1980; В.Л.Карпман, Б.Г.Любина, 1982; Р.А.Меркулова с соавт., 1989; Р.А.Абзалов, О.И.Павлова, 1997; Р.Р.Нигматуллина с соавт., 1997).

Анализ литературы показывает, что здесь нет единой точки зрения. Многие исследователи наблюдали самые разнообразные величины ударного объема крови у спортсменов. Целый комплекс переменных, несомненно, влияет на величины сердечного выброса. Это возраст испытуемых, антропометрические характеристики, тренируемые физические качества и т.д.

Известно, что систематические мышечные тренировки вызывают в развивающемся организме увеличение УОК (А.З.Колчинская, 1973; В.С.Мищенко, 1974; В.Л.Карпман, Б.Г.Любина, 1982). Большинство авторов признает увеличение УОК в процессе спортивной тренировки детей (Г.И.Марковская, 1954, 1955; Л.Д.Суханов и др., 1966; С.В.Хрущев, 1980).

Многие авторы считают, что УОК спортсменов значительно превышает величины людей, не занимающихся спортом (С.А.Душанин, 1975; A.De Maria et al., 1978; Р.А.Меркулова с соавт., 1989; О.И.Павлова, 1997; Р.Р.Абзалов, 1998). Исследователями зарегистрированы относительно высокие показатели УОК спортсменов, занимающихся циклическими видами спорта. Увеличение объема выбрасываемой крови, вероятно, происходит за счет использования резервного объема, который может увеличиться за счет более полного опорожнения желудочков сердца вследствие увеличения сократительной способности миокарда.

В период пика спортивной формы у высококвалифицированных лыжников и велосипедистов в условиях покоя, по данным С.А.Душанина, отмечался самый высокий ударный объем крови ( $156 \pm 7,2$  мл). В этот же период был отмечен также и самый высокий минутный объем кровообращения, равный 7,0 л/мин. Удовлетворительная спортивная форма характеризовалась более низкими показателями минутного объема кровотока ( $6,60 \pm 1,1$  л/мин), относительным снижением ударного объема крови до  $101 \pm 4,4$  мл.

Israel (1972), наблюдая за высококвалифицированными велосипедистами, отметил, что в период пика спортивной формы минутный объем кровообращения имел более высокие значения, в среднем равные 2,8 л/мин, а систолический объем крови составлял в среднем 58,4 мл. В следующем году в период пика спортивной формы минутный объем кровотока достигал 2,7 л/мин при систолическом объеме крови, равном 60,4 мл.

Вероятно, высокие значения УОК объясняются тем, что в большинстве случаев наблюдается существенное отклонение в величине антропометрических данных. Естественно, что при этом требования к сердечно-сосудистой системе даже в условиях покоя могут быть повышенными. При исследовании спортсменов нельзя исключить и фактора недовосстановления (В.Л.Карпман, Б.Г.Любина, 1982).

На наш взгляд, высокие величины ударного объема крови у спортсменов, возможно, связаны и с увеличенным количеством биологически активных тканей, для обеспечения энергетических запросов которых необходимо перемещать большой объем крови. На величину ударного объема крови, по-видимому, оказывает влияние и то, в каком периоде макроцикла исследуются спортсмены.

В то же время в литературе имеются данные, свидетельствующие о том, что УОК спортсменов в условиях покоя существенно не отличается от величин, регистрируемых у здоровых нетренированных людей (Т.Э.Кару, 1966; С.А.Gilbert et al. 1977; Н.Д.Граевская с соавт., 1978; Ф.З.Меерсон, З.В.Чащина, 1987). В поддержку данного мнения выступает Hamilton P. (1976). Обследовав юных спортсменов, которые тренировались по напряженной длительной хоккейной программе, и группу детей, которые не тренировались, он пришел к выводу, что тренированные мальчики препубертатного возраста на отличаются значительно от контрольной группы по УОК.

В литературных источниках имеются сведения о том, что у спортсменов–профессионалов наблюдается уменьшение УОК в условиях покоя (Roeshe и др. 1975). Автор объясняет это тем, что в условиях покоя потребление кислорода как у занимающихся, так и у не занимающихся спортом примерно одинаково, при условии нормальных анатомических размеров тела. Данную точку зрения поддерживает N.Mellerovich (1972), который отмечает, что у систематически занимающихся спортом детей и подростков, по сравнению с неспортсменами наблюдаются более низкие



показатели систолического выброса крови. Уменьшение систолического и минутного объемов крови у юных спортсменов в процессе систематических мышечных тренировок (Н.Ф.Кончина, 1977; H.Reindellea, 1961) указывает на экономизацию деятельности сердца растущего организма в условиях покоя.

Исследуя УОК гимнастов в покое, одни авторы полагают, что гимнастические упражнения способствуют увеличению УОК (Patrick T, et al., 1993), а другие отмечают незначительное влияние их на величину ударного объема крови (Longhurst JC et al., 1980). В то же время другие авторы не выявили различий между гимнастами и нетренированными девочками. (Eliakim A, 1997). В своих исследованиях В.Л.Карпман, Б.Г.Любина (1982) отмечают низкие величины ударного объема крови у гимнастов по сравнению со спортсменами, специализирующимися в других видах спорта. По мнению Р.А.Абзалова, Р.Р.Нигматуллиной (1997), величина УОК у спортсменов зависит от возраста, специализации и уровня спортивной подготовленности.

По мнению исследователей, снижение УОК в течение изометрического упражнения, возможно, связано с увеличением постнагрузки на левый желудочек и снижением преднагрузки, вызванным увеличением внутригрудного и внутрибрюшного давления и ЧСС (Patrick B. T., 2002).

Диаметрально противоположные суждения по вопросу о величине УОК у спортсменов дают основание полагать, что он подвержен существенно большим влияниям и менее устойчив, чем частота сердечных сокращений. Вероятно, указанные противоречия свидетельствуют об определяющей роли стажа мышечных тренировок, направленности тренировочного процесса (специализации), периода тренировочного цикла, этапа спортивной подготовки, возраста и т.д. Необходимо более детально исследовать динамику изменений ударного объема крови у детей, приобщенных к систематическим мышечным тренировкам на различных этапах развития и специализирующихся в разных видах спорта. Все эти вопросы требуют дополнительных исследований.

Возрастная динамика минутного объема крови (МОК) в целом повторяет динамику ударного объема крови. Следовательно, с возрастом наблюдается увеличение МОК, но это увеличение выражено меньше, т.к. МОК как интегральный показатель зависит не только от УОК, но и от частоты сердечных сокращений. Частота сердечных сокращений с возрастом снижается.

Влияние систематических мышечных тренировок на величину сердечного выброса в развивающемся организме изучали многие авторы (С.В.Хрущев, 1978; В.Л.Карпман, Б.Г.Любина, 1982; Р.А.Абзалов, 1985; 1987; Р.А.Меркулова и др.,1989; Н.А.Фомин, Ю.Н.Вавилов, 1991; Р.Р.Нигматуллина, 1991,1999; Н.И.Шлык и др., 1995; Р.А.Абзалов, Ф.Г.Ситдилов, 1998; Т.Г.Кириллова, 2000; Ю.С.Ванюшин, 2000). Однако у исследователей нет единого мнения по вопросу изменения сердечного выброса при систематических мышечных тренировках. Одни авторы утверждают, что у высококвалифицированных спортсменов происходит увеличение МОК в покое по сравнению с показателями МОК лиц, не занимающихся спортом (Р.А.Абзалов, 1998; Р.Р.Нигматуллина, 1999; Ю.С.Ванюшин, 2000). Больше изменение МОК и меньшее ОПСС у спортсменов может демонстрировать выгодную адаптацию, ведущую к продлению устойчивости к тренировкам, которая заключается в усовершенствовании кровотока мышцы в течение изометрических упражнений (Ray SA, et al., 2000).

Н.А.Степочкина, К.М.Немчинов и др. (1970) отмечали существенные различия в функциональном состоянии сердечно-сосудистой системы в условиях покоя между различными группами здоровых людей, отмечая большие величины минутного объема кровообращения и сердечного индекса у лиц 18-19 лет, нежели у лиц 22-28 лет. Brandfonbrener и др. (1955), исследуя такой же контингент лиц, не получили сколько-нибудь существенного различия в величинах минутного объема кровообращения и сердечного индекса. Другие же исследователи, наоборот, обнаружили

уменьшение показателей МОК в покое (Н.Д.Граевская с соавт., 1978; Ф.З.Меерсон, З.В.Чащина, 1978). В.Л.Карпман, Б.Г.Любина (1982) отмечают наиболее низкие величины МОК- 4,6 л/мин у гимнастов, обладающих низкой физической работоспособностью.

У спортсменов с высоким уровнем физической работоспособности, тренирующихся в видах спорта, связанных с проявлением выносливости, экономизация работы сердца наиболее выражена. Сходные величины минутного объема кровообращения у таких спортсменов достигаются, главным образом, в результате увеличения сердечного выброса, а не благодаря частоте сердечных сокращений.

Анализ приведенных литературных источников свидетельствует о том, что имеются разнонаправленные данные о влиянии занятий спортом на показатели насосной функции сердца спортсменов. Изучению изменений, происходящих в показателях насосной функции у юных спортсменов, приступивших к систематическим мышечным тренировкам на более ранних этапах постнатального развития и специализирующихся в различных видах спорта, посвящено незначительное количество работ. Тренировка различных физических качеств находит свое отражение и в показателях насосной функции сердца спортсменов. Тренировка на выносливость в значительной мере сводится к тренировке сердечно-сосудистой системы. Напротив, спортсмены, тренирующиеся в скоростно-силовых и сложно-координационных видах спорта, не обладают высокой производительностью сердца

На наш взгляд, еще не решен вопрос о влиянии разных видов спорта на становление насосной функции сердца юных спортсменов. Актуальной является также проблема становления насосной функции сердца детей в процессе многолетних мышечных тренировок. В литературных источниках имеются работы, посвященные изучению насосной функции сердца детей лишь на отдельных этапах многолетней спортивной подготовки. При этом крайне редко встречаются работы по изучению насосной функции сердца

юных спортсменов в процессе многолетних мышечных тренировок. Еще меньше исследованы показатели насосной функции сердца юных спортсменов, приступивших к систематическим мышечным тренировкам на более ранних этапах постнатального развития. Вместе с тем для спортивной и возрастной физиологии важно определить темпы становления насосной функции сердца юных спортсменов.

### **3.1. Изменение показателей насосной функции сердца юных пловцов, приобщенных к мышечным тренировкам в 6-7 летнем возрасте**

На темпы изменения показателей насосной функции сердца юных спортсменов, на наш взгляд влияет направленность тренировочного процесса и особую роль при этом играет возраст приобщения детей к систематическим мышечным тренировкам. Показатели насосной функции сердца детей, не занимающихся спортом и занимающихся плаванием, мы определяли в условиях относительного покоя.

Как показали наши исследования в 6-7 летнем возрасте у детей, не занимающихся спортом, частота сердечбиений составляла  $92,7 \pm 2,3$  уд/мин. У детей того же возраста, занимающихся плаванием, в течение одного - двух лет (группа начальной подготовки – ГНП) частота сердечных сокращений составила  $84,2 \pm 2,2$  уд/мин. Данная величина оказалась на  $8,5 \pm 1,2$  уд/мин меньше по сравнению с показателями ЧСС детей того же возраста, не занимающихся спортом ( $P < 0,05$ ). По мере повышения уровня тренированности у юных пловцов отмечалось снижение частоты сердечных сокращений. У юных спортсменов в процессе второго-третьего годов систематических занятий плаванием (учебно-тренировочная группа-1) произошло снижение частоты сердечных сокращений до  $73,4 \pm 3,9$  уд/мин. Разница в показателях ЧСС между пловцами, отнесенными к группе ГНП и

УТГ-1, составила  $10,8 \pm$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). Таким образом, в процессе первых двух-трех лет систематических занятий плаванием, т.е. на этапе начальной подготовки, частота сердечных сокращений у юных пловцов снизилась на  $19,3 \pm 2,0$  уд/мин ( $P < 0,05$ ).

В процессе четвертого - пятого годов занятий плаванием частота сердцебиений у юных спортсменов снизилась по сравнению с показателями ЧСС детей предыдущей группы на  $6,4 \pm 1,7$  уд/мин и составила  $67,0 \pm 2,1$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). Частота сердечных сокращений у детей, систематически занимающихся плаванием, в течение пяти-шести лет снизилась до  $61,5 \pm 3,1$  уд/мин. Данная величина на  $5,5 \pm 1,7$  уд/мин оказалась меньше по сравнению с показателями ЧСС детей предыдущей группы ( $P < 0,05$ ). Следовательно, в процессе последующих двух-трех лет систематических занятий плаванием, т.е. на этапе специальной подготовки, ЧСС у юных пловцов снизилась на  $11,9 \pm 2,0$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). Однако в процессе седьмого-восьмого и девятого годов систематических занятий плаванием, т.е. на этапе спортивного совершенствования, у юных спортсменов частота сердцебиений существенных изменений не претерпела, сохраняясь на уровне 59-60 уд/мин.

Таким образом, обобщая вышеизложенное, можно отметить, что у юных спортсменов, систематически занимающихся плаванием, на этапе начальной подготовки произошло урежение частоты сердечных сокращений по сравнению с исходными данными на  $19,3 \pm 2,0$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). На этапе специальной подготовки частота сердцебиения у юных пловцов уменьшилась на  $11,9 \pm 2,0$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). Следовательно, у юных пловцов, занимающихся систематическими мышечными тренировками, урежение ЧСС наблюдается на этапах начальной и специальной подготовки. При этом следует отметить, что урежение частоты сердечных сокращений у юных пловцов на этапе начальной подготовки более выражено, чем на этапе специальной подготовки. На этапе спортивного совершенствования частота сердечных сокращений у юных спортсменов, занимающихся плаванием, существенных изменений не претерпела. Частота сердцебиений у юных

пловцов за восемь-девять лет систематических мышечных тренировок уменьшилась по сравнению с исходными данными на  $31,9 \pm 1,4$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). За аналогичный период естественного роста и развития у детей, не занимающихся спортом, частота сердечных сокращений снизилась примерно на  $20,9 \pm 1,5$  уд/мин ( $P < 0,05$ ).

Ударный объем крови у детей 6-7 летнего возраста, не занимающихся спортом, составляет  $28,4 \pm 3,0$  мл. У детей того же возраста, занимающихся плаванием в течение одного-двух лет, систолический выброс крови был значительно выше и составил  $41,7 \pm 2,4$  мл. Разница между показателями УОК юных пловцов группы начальной подготовки и детей, не занимающихся спортом, составила  $13,3 \pm 1,4$  мл ( $P < 0,05$ ). В процессе второго-третьего годов систематических мышечных тренировок ударный объем крови у юных пловцов увеличился до  $57,9 \pm 2,3$  мл. Данная величина оказалась достоверно выше по сравнению со значениями УОК детей того же возраста, не занимающихся спортом, и со значениями УОК спортсменов предыдущей группы соответственно на  $26,0 \pm 1,4$  и  $16,2 \pm 1,7$  мл ( $P < 0,05$ ). Таким образом, на этапе начальной подготовки, т.е. в процессе первых двух-трех лет систематических мышечных тренировок, ударный объем крови у юных пловцов увеличился на  $29,5 \pm 1,3$  мл ( $P < 0,05$ ).

В процессе четвертого-пятого годов мышечных тренировок систолический выброс крови у юных пловцов увеличился до  $78,7 \pm 2,3$  мл, что на  $20,8 \pm 1,7$  мл оказался больше по сравнению с показателями УОК спортсменов предыдущей группы ( $P < 0,05$ ). На пятом-шестом годах систематических занятий плаванием ударный объем крови у юных спортсменов увеличился с  $78,7 \pm 2,3$  до  $89,9 \pm 1,7$  мл, т.е. на  $11,2 \pm 1,4$  мл ( $P < 0,05$ ). Таким образом, на этапе специальной подготовки у юных пловцов ударный объем крови увеличился на  $32,0 \pm 1,7$  мл ( $P < 0,05$ ).

Однако в дальнейшем, на седьмом-восьмом и девятом годах систематических мышечных тренировок, суммарный прирост УОК у юных пловцов составил лишь  $13,9 \pm 1,4$  мл ( $P < 0,05$ ). Следовательно, на этапе

спортивного совершенствования темпы прироста ударного объема крови у юных пловцов значительно ниже, чем на предыдущих двух этапах спортивной подготовки.

Таким образом, у юных спортсменов, систематически занимающихся плаванием, на этапе начальной подготовки ударный объем крови увеличился по сравнению с исходными данными на  $29,5 \pm 1,3$  мл ( $P < 0,05$ ). На этапе специальной подготовки систолический выброс у юных пловцов увеличился по сравнению с предыдущим этапом мышечной тренировки на  $32,0 \pm 1,7$  мл ( $P < 0,05$ ). Однако на этапе спортивного совершенствования прирост УОК у юных пловцов по сравнению с предыдущим этапом спортивной подготовки был небольшим и составил лишь  $13,9 \pm 1,4$  мл ( $P < 0,05$ ). Следовательно, у юных пловцов темпы прироста ударного объема крови значительно выражены на этапах начальной и специализированной подготовки. При этом следует отметить, что темпы прироста УОК у юных пловцов на первых двух этапах спортивной подготовки выражены примерно одинаково.

Суммарный прирост УОК у юных пловцов за восемь-девять лет систематических мышечных тренировок составил  $75,4 \pm 2,2$  мл ( $P < 0,05$ ). У детей, не занимающихся спортом, за аналогичный период естественного роста и развития систолический выброс увеличился лишь на  $38,0 \pm 2,5$  мл ( $P < 0,05$ ). Данная величина на  $37,4 \pm 2,4$  мл оказалась меньше по сравнению с суммарным приростом УОК юных спортсменов, занимающихся плаванием ( $P < 0,05$ ).

У юных пловцов в процессе многолетних мышечных тренировок значения частоты сердечных сокращений и ударного объема крови претерпевают не- одинаковые изменения. Частота сердцебиения у юных пловцов значительно изменяется на этапах начальной и специальной подготовки, а ударный объем крови увеличивается на всех трех этапах спортивной подготовки. Следовательно, у юных пловцов в процессе мышечных тренировок УОК претерпевает более значительное изменение, чем частота сердцебиения.

Минутная производительность сердца определяется двумя показателями- частотой сердечных сокращений и ударным объемом крови. В процессе роста и развития детей частота сердцебиений с возрастом урежается, а ударный объем крови увеличивается. В процессе систематических мышечных тренировок данная разница значительно возрастает. Как свидетельствуют полученные данные, у детей 6-7 летнего возраста, не занимающихся спортом, показатели МОК составили  $2,6 \pm 0,12$  л/мин, в то время как у детей того же возраста, занимающихся плаванием в течение одного-двух лет, показатели МОК были значительно выше и составили  $3,6 \pm 0,14$  л/мин ( $P < 0,05$ ). В процессе второго-третьего годов систематических занятий плаванием у юных спортсменов МОК увеличился до  $4,4 \pm 0,25$  л/мин, что на  $0,8 \pm 0,17$  л/мин больше по сравнению с показателями МОК спортсменов предыдущей группы ( $P < 0,05$ ). Следовательно, на этапе начальной подготовки МОК у юных пловцов увеличился по сравнению с исходными данными на  $1,8 \pm 0,23$  л/мин ( $P < 0,05$ ).

В процессе последующих двух-трех лет систематических мышечных тренировок, т.е. на этапе специальной подготовки, у юных пловцов МОК увеличился на  $1,2 \pm 0,14$  л/мин ( $P < 0,05$ ). Однако на этапе спортивного совершенствования МОК у юных пловцов увеличился лишь на  $0,7 \pm 0,13$  л/мин ( $P < 0,05$ ).

Таким образом, по мере повышения уровня тренированности показатели МОК у юных пловцов увеличиваются. Однако следует отметить, что темпы прироста МОК у юных пловцов на первых двух этапах спортивной подготовки более выражены, чем на этапе спортивного совершенствования.

Сердечный индекс определяется соотношением МОК к площади поверхности тела. При анализе показателей СИ детей было выявлено, что с возрастом данная величина увеличивается. Так, если в 6-7 летнем возрасте у детей, не занимающихся спортом, СИ составляет  $1,9 \pm 0,07$  л/(мин/м<sup>2</sup>), то к 16-17 годам он достигает  $3,5 \pm 0,07$  л/(мин/м<sup>2</sup>). У юных пловцов на всех



этапах многолетней спортивной подготовки показатели СИ оказались достоверно выше по сравнению со значениями СИ детей того же возраста, не занимающихся спортом. Разница в показателях СИ уже в 6-7 летнем возрасте между юными пловцами, отнесенными к группе начальной подготовки, и спортсменами составила  $1,1 \pm 0,05$  л/(мин/м<sup>2</sup>) ( $P < 0,05$ ). По мере повышения уровня тренированности показатели СИ у юных пловцов на этапах начальной и специальной подготовки увеличивались в среднем на 0,6-10,0 л/(мин/м<sup>2</sup>) ( $P < 0,05$ ).

Обобщая вышеизложенное, можно отметить, что у детей, приступивших к систематическим мышечным тренировкам в 6-7- летнем возрасте, т.е. у юных пловцов, показатели насосной функции сердца значительные изменения претерпевают на этапах начальной и специальной подготовки. На этапе спортивного совершенствования показатели насосной функции сердца у юных пловцов изменяются незначительно.

Таблица 1.

**Показатели насосной функции сердца юных пловцов и детей, не занимающихся спортом**

Возр (лет)	Этапы мышечн ых трениров ок	Груп. обсл. детей	ЧСС (уд/мин)	УОК (мл)	МОК (л/мин)	СИ л/(мин/м <sup>2</sup> )
6-7	Этап начально й подготов ки	Неспортсм	92,7±2,3	28,4±3,0	2,6±0,12	1,9±0,07
		ГНП	84,2±2,2	41,7±2,4	3,6±0,14	3,0±0,08
Неспортсм		87,5±2,5	31,9±2,4	2,8±0,21	2,3±0,06	
УТГ-1		73,4±3,9*	57,9±2,3*	4,4±0,25*	4,0±0,07*	
10-11	Этап спец. подготов ки	Неспортсм	82,7±3,1	39,7±3,1	4,3±0,27	2,8±0,04
УТГ-2		67,0±2,1*	78,7±2,3*	5,0±0,25*	4,1±0,07	
12-13		Неспортсм	78,8±3,5	43,5±1,9	3,4±0,31	3,0±0,07
		УТГ-3	61,5±3,1*	89,9±1,7*	5,6±0,27*	4,7±0,05*
14-15	Этап спортив. соверше нствован ия	Неспортсм	76,1±3,1	57,4±3,2	4,3±0,28	3,2±0,06
УТГ-4		58,7±2,7	97,7±2,1*	5,7±0,24	4,8±0,07	
16-17		Неспортсм	71,8±2,0	66,4±3,4	4,7±0,18	3,5±0,07
		ГСС	60,8±3,0	103,8±2,4	6,3±0,24	4,9±0,04

\* - разница достоверна по сравнению со значениями предыдущей группы (P< 0,05).

### **3.2. Изменения показателей насосной функции сердца юных лыжников-гонщиков, приобщенных к мышечным тренировкам в 9-10- летнем возрасте**

Частоту сердечных сокращений детей, занимающихся лыжными гонками и не занимающихся спортом, мы определяли в условиях покоя лежа. Полученные данные свидетельствуют о том, что в 9-10-летнем возрасте у детей, не занимающихся спортом, частота сердечбиений составляла  $88,7 \pm 2,0$  уд/мин (тал.4.2.). У детей того же возраста, занимающихся лыжным спортом в течение одного-двух лет (группа начальной подготовки), частота сердечных сокращений была зарегистрирована на уровне  $80,1 \pm 1,9$  уд/мин. Данная величина оказалась на  $8,6 \pm 1,7$  уд/мин меньше по сравнению с показателями ЧСС детей того же возраста, не занимающихся спортом ( $P < 0,05$ ). Такую же разницу ( $8,5 \pm 1,4$  уд/мин) мы обнаружили, сравнивая показатели ЧСС спортсменов 11-12-летнего возраста, систематически занимающихся лыжными гонками в течение двух-трех лет (УТГ-1), и частоту сердечбиений детей того же возраста, не занимающихся спортом ( $P < 0,05$ ). Более выраженную разницу в показателях ЧСС между спортсменами и не спортсменами мы обнаружили в 13-14 летнем возрасте. Так, если у детей, специализирующихся в лыжных гонках в течение четырех-пяти лет (УТГ-2), ЧСС была зарегистрирована на уровне  $67,3 \pm 2,4$  уд/мин, то у детей того же возраста, не занимающихся спортом, она составила примерно  $79,1 \pm 4,0$  уд/мин. Разница в показателях ЧСС между спортсменами и неспортсменами составила уже  $11,8 \pm 1,4$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). На пятом-шестом году систематических мышечных тренировок (УТ-3) у лыжников-гонщиков 15-16-летнего возраста произошло наиболее существенное урежение частоты сердечбиений по сравнению со сверстниками, не занимающимися спортом. Разница между значениями ЧСС спортсменов и неспортсменов составила  $14,4 \pm 1,5$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). Примерно такую же разницу ( $14,0 \pm 1,3$  уд/мин) мы обнаружили, сравнивая показатели ЧСС спортсменов 17-18-

летнего возраста, занимающихся лыжным спортом в течение семи-восьми лет (УТГ-4), и детей того же возраста, не занимающихся спортом ( $P < 0,05$ ). Разница в показателях ЧСС в 18-19-летнем возрасте между спортсменами, занимающимися лыжными гонками в течение восьми-девяти лет (ГСС), и их сверстниками, не занимающимися спортом, составила  $10,7 \pm 1,4$  уд/мин ( $P < 0,05$ ).

По мере повышения уровня тренированности у лыжников-гонщиков отмечалось снижение частоты сердечных сокращений не только по сравнению с неспортсменами, но и по сравнению с показателями ЧСС спортсменов предыдущих тренировочных групп. У юных лыжников-гонщиков на этапе начальной подготовки произошло достоверное снижение ЧСС по сравнению с исходными данными на  $13,8 \pm 1,3$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). Достоверное уменьшение ЧСС у юных лыжников-гонщиков отмечалось и на этапе специальной подготовки. По мере повышения уровня тренированности у юных лыжников урежение ЧСС на этапе специальной подготовки составило  $13,8 \pm 1,5$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). Однако в последующем у юных спортсменов темпы урежения ЧСС существенно снизились. На этапе спортивного совершенствования по сравнению с предыдущими этапами спортивной подготовки у юных лыжников-гонщиков наблюдалась лишь тенденция к урежению частоты сердечных сокращений.

Следовательно, у юных лыжников-гонщиков значительное урежение ЧСС происходит на этапах начальной и специальной подготовки. При этом следует отметить, что уменьшение частоты сердечных сокращений у юных лыжников на этих двух этапах спортивной подготовки выражены примерно одинаково.

В течение восьми-девяти лет систематических мышечных тренировок у юных лыжников-гонщиков ЧСС уменьшилась по сравнению с исходными данными на  $29,1 \pm 1,7$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). За аналогичный период естественного роста и развития у детей, не занимающихся спортом, частота сердечных сокращений снизилась на  $18,4 \pm 1,4$  уд/мин ( $P < 0,05$ ).

Ударный объем крови у детей 9-10-летнего возраста, не занимающихся спортом, по нашим данным составляет  $32,1 \pm 2,5$  мл. У детей того же возраста, занимающихся лыжными гонками в течение одного-двух лет, систолический выброс крови был значительно выше и составил  $47,8 \pm 3,0$  мл. Разница в показателях УОК у лыжников-гонщиков и детей, не занимающихся спортом, составила  $15,7 \pm 1,5$  мл ( $P < 0,05$ ). Ударный объем крови у лыжников-гонщиков 11-12 -летнего возраста, занимающихся мышечными тренировками в течение двух-трех лет (УТГ-1), был зарегистрирован на уровне  $69,1 \pm 2,5$  мл. Разница в показателях ударного объема крови в 11-12- летнем возрасте между детьми, занимающимися лыжными гонками в течение двух-трех лет, и неспортсменами того же возраста составила свыше  $30,7 \pm 1,7$  мл ( $P < 0,05$ ). Более того, у юных лыжников-гонщиков, занимающихся мышечными тренировками в течение двух лет (УТГ-1), показатели УОК оказались на  $21,3 \pm 1,4$  мл больше, по сравнению с показателями УОК спортсменов группы начальной подготовки, т.е. предыдущей группы ( $P < 0,05$ ). Таким образом, на этапе начальной подготовки у юных лыжников-гонщиков ударный объем крови увеличился по сравнению с исходными данными на  $37,0 \pm 1,7$  мл ( $P < 0,05$ ).

В 13-14- летнем возрасте разница между показателями УОК у лыжников-гонщиков, занимающимися мышечными тренировками в течение четырех-пяти лет, и не спортсменами того же возраста, составила  $37,4 \pm 1,5$  мл ( $P < 0,05$ ). Однако разница между показателями УОК у спортсменов группы УТГ-2 и УТГ-3 была не такая высокая, как в предыдущих группах, и составила лишь  $10,7 \pm 1,5$  мл ( $P < 0,05$ ). Вероятно, это объясняется началом полового развития детей. Систолический выброс у спортсменов 15-16-летнего возраста, занимающихся мышечными тренировками в течение пяти-шести лет (УТГ-3), составил  $91,1 \pm 2,1$  мл. Данная величина оказалась достоверно больше по сравнению с величиной УОК детей того же возраста, не занимающихся спортом, и лыжников предыдущей группы (УТГ-2),

соответственно на  $35,9 \pm 1,9$  и  $11,3 \pm 1,7$  мл ( $P < 0,05$ ). На этапе специальной подготовки систолический объем крови у юных лыжников-гонщиков увеличился на  $22,0 \pm 1,7$  мл ( $P < 0,05$ ).

У лыжников-гонщиков 17-18-летнего возраста, систематически занимающихся мышечными тренировками в течение семи-восьми лет (УТГ-4), систолический выброс увеличился до  $105,1 \pm 2,5$  мл, что оказалась на  $37,3 \pm 1,9$  мл больше по сравнению с показателями УОК детей того же возраста, не занимающихся спортом ( $P < 0,05$ ). Разница между лыжниками-гонщиками группы УТГ-3 и УТГ-4 в показателях УОК составила примерно  $14,0 \pm 1,4$  мл ( $P < 0,05$ ). В 18-19 летнем возрасте разница в показателях УОК между спортсменами, систематически занимающимися лыжным гонками в течение восьми-девяти лет, и неспортсменами того же возраста значительно увеличилась и достигла  $39,7 \pm 1,9$  мл ( $P < 0,05$ ). На этапе спортивного совершенствования систолический объем крови у юных лыжников-гонщиков увеличился на  $23,1 \pm 1,5$  мл ( $P < 0,05$ ).

Таким образом, анализируя значения УОК спортсменов, занимающихся лыжными гонками в течение восьми-девяти лет, можно отметить, что систолический выброс у лыжников-гонщиков по сравнению с показателями УОК неспортсменов, достоверно выше на каждом этапе спортивной подготовки в среднем на 30-40 мл ( $P < 0,05$ ). По мере повышения уровня тренированности на этапах начальной, специальной подготовки и на этапе спортивного совершенствования у юных лыжников ударный объем крови достоверно увеличивался. На этапе начальной подготовки у юных спортсменов, систематически занимающихся лыжными гонками, прирост систолического выброса по сравнению с исходными данными составил  $37,0 \pm 1,7$  мл ( $P < 0,05$ ). На этапе специальной подготовки ударный объем крови у юных лыжников-гонщиков увеличился по сравнению с предыдущим этапом мышечной тренировки на  $22,0 \pm 1,7$  мл ( $P < 0,05$ ). Примерно на такую же величину ( $23,1 \pm 1,5$  мл) ударный объем крови у юных лыжников увеличился на этапе спортивного совершенствования ( $P < 0,05$ ).

Следовательно, у детей, приступивших к систематическим мышечным тренировкам в 9-10 летнем возрасте, ударный объем крови в значительной степени увеличивается на этапе начальной подготовки. В дальнейшем на этапах начальной и специальной подготовки темпы прироста УОК у юных лыжников-гонщиков выражены примерно в равной степени.

Суммарный прирост УОК за восемь-девять лет систематических мышечных тренировок у лыжников-гонщиков составил  $82,1 \pm 2,5$  мл ( $P < 0,05$ ). Тогда как у детей, не занимающихся спортом, за аналогичный период естественного роста и развития систолический выброс увеличился лишь на  $42,0 \pm 2,2$  мл, что на  $40,1 \pm 2,4$  мл меньше, по сравнению с показателями УОК спортсменов, занимающихся лыжными гонками ( $P < 0,05$ ).

Сравнивая изменения значений частоты сердцебиений и ударного объема крови лыжников-гонщиков в процессе многолетней спортивной тренировки, можно отметить, что эти два показателя ведут себя диаметрально противоположно. В процессе восьми-деяти лет мышечных тренировок более выраженные изменения претерпевают показатели ударного объема крови и несколько менее частота сердечных сокращений. При этом следует отметить, что наблюдается определенная очередность в становлении этих двух показателей. Так, на начальных этапах мышечных тренировок более существенное изменение претерпевает ударный объем крови. В процессе третьего-четвертого годов мышечных тренировок у лыжников в значительной степени изменяется частота сердечных сокращений. На пятом-шестом годах занятий лыжным спортом вновь более существенные изменения претерпевают показатели ударного объема крови. Следовательно, в процессе систематических занятий лыжными гонками у юных спортсменов отмечается гетерохронность в становлении частоты сердечных сокращений и ударного объема крови.

Минутная производительность сердца определяется двумя показателями – частотой сердечных сокращений и ударным объемом крови. В процессе роста и развития детей частота сердцебиения с возрастом

урежается, а ударный объем крови увеличивается. В процессе систематических мышечных тренировок данная разница значительно возрастает. Как свидетельствуют полученные данные, у детей 9-10-летнего возраста, не занимающихся спортом, показатели МОК составляли примерно  $3,0 \pm 0,19$  л/мин, в то время как у детей того же возраста, занимающихся лыжными гонками в течение одного-двух лет, показатели МОК были значительно больше и составили  $4,0 \pm 0,19$  л/мин. В процессе второго-третьего года систематических занятий лыжным спортом разница между спортсменами и неспортсменами в показателях МОК возросла до  $1,9 \pm 0,11$  л/мин ( $P < 0,05$ ). Таким образом, на этапе начальной подготовки МОК у юных лыжников-гонщиков увеличился на  $2,1 \pm 0,17$  л/мин ( $P < 0,05$ ).

Самую высокую разницу в показателях МОК ( $2,5 \pm 0,23$  л/мин) между спортсменами, занимающимися лыжными гонками, и неспортсменами мы обнаружили в 13-14-летнем возрасте ( $P < 0,05$ ). У лыжников-гонщиков 15-16-летнего возраста, систематически занимающихся мышечными тренировками в течение пяти-шести лет, показатели МОК составили  $6,4 \pm 0,2$  л/мин. Данная величина оказалась на  $2,2 \pm 0,19$  л/мин больше по сравнению со значениями минутной производительности сердца детей того же возраста, не занимающихся спортом ( $P < 0,05$ ). На этапе специальной подготовки МОК у юных спортсменов, занимающихся лыжными гонками, увеличился на  $1,3 \pm 0,17$  л/мин ( $P < 0,05$ ).

В процессе седьмого-восьмого и девятого годов систематических мышечных тренировок показатели МОК у лыжников-гонщиков увеличились до  $7,0 \pm 0,18$  л/мин. Разница между спортсменами и не спортсменами в показателях МОК составила  $1,9 \pm 0,19$  л/мин ( $P < 0,05$ ). На этапе спортивного совершенствования прирост МОК лыжников-гонщиков был несколько ниже, чем на предыдущих двух этапах спортивной подготовки, и составил  $0,6 \pm 0,11$  л/мин ( $P < 0,05$ ).

Обобщая вышеизложенное, можно отметить, что показатели МОК у лыжников-гонщиков на всех этапах спортивной подготовки были больше



в среднем на 1-2 л/мин по сравнению со значениями МОК спортсменов ( $P<0,05$ ). По мере повышения уровня тренированности в течение первых пяти-шести лет мышечных тренировок у лыжников-гонщиков отмечался прирост МОК в среднем на 0,5-1,0 л/мин ( $P<0,05$ ).

Суммарный прирост МОК у лыжников-гонщиков за восемь-девять лет систематических мышечных тренировок составил  $4,0\pm 0,24$  л/мин ( $P<0,05$ ).

Сердечный индекс определяется соотношением МОК к площади поверхности тела. При анализе показателей СИ детей было обнаружено, что с возрастом данная величина увеличивается. Так, если в 9-10-летнем возрасте у детей, не занимающихся спортом, СИ составляет  $2,8 \pm 0,08$  л/(мин/м<sup>2</sup>), то к 16-18 годам он достиг  $3,5 \pm 0,07$  л/(мин/м<sup>2</sup>). При этом следует отметить, что наиболее высокий прирост СИ у детей, не занимающихся спортом, был выявлен нами в 15-16-летнем возрасте. У лыжников-гонщиков показатели СИ оказались достоверно выше на всех этапах многолетней спортивной подготовки по сравнению со значениями СИ детей того же возраста, не занимающихся спортом. Разница в показателях СИ уже в 9-10 летнем возрасте между лыжниками, отнесенными к группе начальной подготовки, и не спортсменами составила  $1,2\pm 0,07$  л/(мин/м<sup>2</sup>) ( $P<0,05$ ). Такая разница в пределах 1,2–1,4 л/(мин/м<sup>2</sup>) между спортсменами, занимающимися лыжными гонками, и не спортсменами, сохранилась и в последующем. Следовательно, у лыжников-гонщиков на каждом этапе спортивной подготовки происходит достоверный прирост СИ примерно на 1,2–1,4 л/(мин/м<sup>2</sup>) по сравнению со значениями СИ детей тех же возрастов, не занимающихся спортом. Суммарный прирост СИ у лыжников-гонщиков за восемь-девять лет систематических мышечных тренировок составил  $1,8\pm 0,09$  л/(мин/м<sup>2</sup>) ( $P<0,05$ ).

Обобщая вышеизложенное, можно отметить, что у юных лыжников-гонщиков, приступивших к систематическим мышечным тренировкам в 9-10-летнем возрасте, частота сердечных сокращений урежается на этапах

начальной и специальной подготовки. При этом следует отметить, что урежение ЧСС на этих двух этапах спортивной подготовки происходит более равномерно. Ударный объем крови у юных лыжников-гонщиков увеличивается на всех трех этапах спортивной подготовки. Следует так же отметить, что увеличение УОК у юных лыжников-гонщиков на этапе специальной подготовки и спортивного совершенствования происходит равномерно. Следовательно, у детей, приступивших к систематическим мышечным тренировкам в 9-10 летнем возрасте, показатели насосной функции сердца изменяются равномерно. Достигнутые положительные изменения в показателях насосной функции сердца у юных лыжников устойчиво сохраняются и в последующем, несмотря на значительное снижение уровня двигательной активности.

Сравнивая изменения показателей насосной функции сердца детей, приобщенных к мышечным тренировкам на различных этапах онтогенеза, можно отметить, что у детей, приступивших к мышечным тренировкам на более ранних этапах развития (6-7 лет), т.е. у пловцов, значительное уменьшение ЧСС происходит на этапе начальной подготовки, а на этапе специальной подготовки урежение ЧСС менее выражено. У детей, приступивших к мышечным тренировкам в 9-10 летнем возрасте, т.е. у юных лыжников, урежение частоты сердечных сокращений наблюдается равномерно на этапах начальной и специальной подготовок. У детей, приобщенных к мышечным тренировкам в 6-7- летнем возрасте (у юных пловцов), ударный объем крови в значительной степени увеличивается на этапах начальной и специальной подготовки. На этапе спортивного совершенствования прирост УОК у данных спортсменов менее выражен. У детей, приступивших к мышечным тренировкам в 9-10 летнем возрасте (у юных лыжников-гонщиков), прирост УОК происходит равномерно на этапах начальной, специальной подготовки и спортивного совершенствования, т.е. на всех трех этапах многолетней спортивной подготовки.

Следовательно, у детей, приступивших к мышечным тренировкам в более раннем возрасте, показатели насосной функции сердца значительные изменения претерпевают на начальных этапах спортивной подготовки. В процессе дальнейших мышечных тренировок этих же детей показатели насосной функции сердца изменяются менее выражено, чем на предыдущих этапах мышечных тренировок. У детей, приступивших к мышечным тренировкам на более поздних этапах развития, показатели насосной функции сердца изменяются равномерно на всех трех этапах спортивной подготовки, и эти изменения происходят более равномерно.

Таблица 2.

**Показатели насосной функции сердца в покое у лыжников-гонщиков и детей, не занимающихся спортом**

Возр (лет)	Этапы мышечн ых трениров ок	Группы обследован ных лиц	ЧСС (уд/мин)	УОК (мл)	МОК (л/мин)	СИ (л/(мин/м <sup>2</sup> ))
9- 10	Этап начальн. подготов ки	Неспортсм	88,7±2,0	32,1±2,5	3,0±0,19	2,8±0,08
		ГНП	80,1±1,9*	47,8±3,0*	4,0±0,19*	4,0±0,08*
Неспортсм		83,4±3,6	38,4±3,3	3,2±0,35	2,7±0,07	
УТГ-1		74,9±2,2*	69,1±2,5*	5,1±0,2*	4,1±0,07	
13- 14	Этап спец. подготов ки	Неспортсм	79,1±4,0	42,4±3,0	3,4±0,31	2,8±0,09
		УТГ-2	67,3±2,4*	79,8±1,9*	5,9±0,15*	4,2±0,06
Неспортсм		75,5±3,8	55,2±4,0	4,2±0,28	3,1±0,09	
УТГ-3		61,1±1,7*	91,1±2,1*	6,4±0,2*	4,3±0,05	
17- 18	Этап спорт. соверше нствован ия	Неспортсм	72,2±3,4	67,8±5,0	4,9±0,24	3,4±0,09
		УТГ-4	58,2±1,9	105,1±2,5 *	6,8±0,21	4,4±0,06
Неспортсм		70,3±4,3	74,5±4,8	5,3±0,23	3,5±0,07	
ГСС		59,6±2,0	114,2±3,6 *	7,0±0,18	4,6±0,05	

\*-разница достоверна по сравнению со значениями предыдущей группы (P< 0,05).

### **3.3. Изменения показателей насосной функции сердца юных гимнастов, приобщенных к мышечным тренировкам в 6-7 летнем возрасте**

В 6-7-летнем возрасте у детей, систематически занимающихся спортивной гимнастикой в течение одного-двух лет (ГНП), частота сердечных сокращений составляла  $90,5 \pm 2,6$  уд/мин (табл. 4.3.). Данная величина существенно не отличалась от частоты сердцебиений детей того же возраста, не занимающихся спортом. В процессе систематических занятий спортивной гимнастикой в течение двух-трех лет частота сердечных сокращений у юных гимнастов снизилась до  $83,0 \pm 2,1$  уд/мин. Данная величина оказалась на  $9,6 \pm 2,4$  уд/мин меньше по сравнению с исходными данными ( $P < 0,05$ ). Таким образом, на этапе начальной подготовки частота сердечных сокращений у детей, систематически занимающихся спортивной гимнастикой, снизилась на  $9,6 \pm 2,4$  уд/мин ( $P < 0,05$ ).

На четвертом-пятом году мышечных тренировок ЧСС у юных гимнастов снизилась до  $81,8 \pm 1,9$  уд/мин. Разница в показателях ЧСС между гимнастами 10-11-летнего возраста, занимающихся мышечными тренировками в течение трех лет (УТГ-2), и детьми того же возраста, не занимающихся спортом, составила  $3,9 \pm 1,4$  уд/мин. У гимнастов 12-13-летнего возраста, систематически занимающихся мышечными тренировками в течение пяти-шести лет (УТГ-3), частота сердечных сокращений составляла  $73,1 \pm 2,4$  уд/мин. Данная величина оказалась достоверно ниже по сравнению с показателями ЧСС детей того же возраста, не занимающихся спортом, и с показателями сердцебиений гимнастов предыдущей группы (УТГ-2), соответственно на  $7,2 \pm 1,7$  и  $8,7 \pm 1,9$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). Следовательно, в процессе четвертого-пятого и шестого годов мышечных тренировок у юных гимнастов произошло достоверное снижение показателей ЧСС не только по сравнению с показателями ЧСС детей соответствующих возрастов, не занимающихся спортом, но и по сравнению со значениями ЧСС гимнастов

предыдущих групп. Таким образом, на этапе специальной подготовки у детей, систематически занимающихся спортивной гимнастикой, урежение ЧСС составило  $9,9 \pm 1,9$  уд/мин ( $P < 0,05$ ).

Однако в последующем, в процессе седьмого-восьмого и девятого годов систематических мышечных тренировок, у юных гимнастов ЧСС существенных изменений не претерпела, сохраняясь на уровне 72-73 уд/мин.

Таким образом, обобщая вышеизложенное, можно отметить, что на этапе начальной подготовки у юных спортсменов, систематически занимающихся спортивной гимнастикой, частота сердечных сокращений снизилась по сравнению с исходными данными на  $9,6 \pm 2,4$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). На этапе специальной подготовки у юных гимнастов урежение ЧСС, по сравнению с предыдущим этапом мышечной тренировки составило  $9,9 \pm 1,9$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). На этапе спортивного совершенствования у юных гимнастов отмечалась лишь тенденция к урежению частоты сердечных сокращений.

Следовательно, у детей, систематически занимающихся спортивной гимнастикой, частота сердечных сокращений достоверно уменьшается на этапах начальной и специальной подготовки. При этом урежение ЧСС на этих двух этапах спортивной подготовки выражено примерно одинаково. На последующем этапе спортивной подготовки, т.е. на этапе спортивного совершенствования, у юных гимнастов отмечается лишь тенденция к урежению частоты сердцебиений.

В процессе восьми-деяти лет систематических мышечных тренировок у юных гимнастов ЧСС снизилась по сравнению с исходными данными на  $20,1 \pm 1,7$  уд/мин ( $P < 0,5$ ). За аналогичный период естественного роста и развития у детей, не занимающихся спортом, частота сердечных сокращений снизилась примерно на такую же величину ( $17,5 \pm 2,0$  уд/мин) ( $P < 0,5$ ).

Сравнивая показатели ударного объема крови детей 6-7-летнего возраста, не занимающихся спортом, и юных спортсменов того же возраста, специализирующихся в спортивной гимнастике в течение одного-двух лет,

мы существенной разницы не обнаружили. В процессе второго-третьего года систематических занятий спортивной гимнастикой у детей 8-9 летнего возраста группы УТГ-1 произошло увеличение показателей систолического выброса до  $39,6 \pm 3,5$  мл. Данная величина оказалась на  $11,9 \pm 2,1$  мл больше по сравнению с исходными значениями ударного объема крови ( $P < 0,05$ ). Следовательно, на этапе начальной подготовки у детей, систематически занимающихся спортивной гимнастикой, ударный объем крови увеличился на  $11,9 \pm 2,1$  мл ( $P < 0,05$ ).

В процессе четвертого-пятого годов систематических занятий спортивной гимнастикой (УТГ– 2) показатели УОК у спортсменов 10-11-летнего возраста увеличились до  $53,1 \pm 2,7$  мл. Разница в показателях УОК между гимнастами и детьми того же возраста, не занимающимися спортом, составила  $12,5 \pm 2,2$  мл ( $P < 0,05$ ). Примерно такая же разница ( $9,4 \pm 2,4$  мл) была обнаружена в 12-13 летнем возрасте между юными гимнастами и детьми, не занимающимися спортом, т.е. на пятом-шестом годах систематических мышечных тренировок ( $P < 0,05$ ). Ударный объем крови на этапе специальной подготовки у юных гимнастов увеличился на  $19,2 \pm 2,0$  мл ( $P < 0,05$ ).

В процессе седьмого-восьмого годов систематических мышечных тренировок разница в показателях УОК между гимнастами и не спортсменами того же возраста составила  $9,3 \pm 2,2$  мл ( $P < 0,05$ ). На восьмом-девятом году систематических мышечных тренировок у юных гимнастов УОК увеличился до  $71,9 \pm 2,4$  мл ( $P < 0,05$ ). Данная величина оказалась на  $10,4 \pm 1,9$  мл больше, чем у детей того же возраста, не занимающихся спортом ( $P < 0,05$ ). Таким образом, на этапе спортивного совершенствования ударный объем крови у юных гимнастов увеличился на  $13,1 \pm 1,9$  мл ( $P < 0,05$ ).

Анализируя изменения показателей УОК юных гимнастов в процессе многолетних мышечных тренировок, можно отметить, что на этапе начальной подготовки увеличение УОК составило примерно  $11,9 \pm 2,1$  мл по сравнению с исходными данными ( $P < 0,05$ ). На этапе специальной

подготовки у юных гимнастов ударный объем крови увеличился по сравнению со значениями УОК, зарегистрированными на этапе начальной подготовки, на  $19,2 \pm 2,0$  мл ( $P < 0,05$ ). На этапе спортивного совершенствования систолический выброс у юных гимнастов увеличился на  $13,1 \pm 1,9$  мл по сравнению с показателями УОК, зарегистрированных на этапе специальной подготовки ( $P < 0,05$ ).

Следовательно, у юных гимнастов в процессе многолетних мышечных тренировок ударный объем крови увеличивается на этапах начальной, специальной подготовок и на этапе спортивного совершенствования. При этом темпы прироста УОК у юных гимнастов на каждом этапе спортивной подготовки выражены примерно одинаково и составляют в среднем 12-19 мл ( $P < 0,05$ ).

Суммарный прирост систолического выброса у гимнастов за восемь-девять лет систематических мышечных тренировок составил  $44,2 \pm 2,4$  мл ( $P < 0,05$ ). У детей, не занимающихся спортом, за аналогичный период естественного роста и развития суммарный прирост УОК составил  $33,8 \pm 2,1$  мл, что оказалось на  $10,4 \pm 2,0$  мл меньше, чем суммарный прирост УОК детей, систематически занимающихся спортивной гимнастикой ( $P < 0,05$ ).

Показатели минутной производительности сердца у детей, систематически занимающихся спортивной гимнастикой в течение одного-двух лет, существенно не отличались от показателей МОК детей того же возраста, не занимающихся спортом. В процессе второго-третьего года занятий спортом у гимнастов 8-9-летнего возраста показатели МОК значительно увеличились по сравнению с исходными данными и достигли  $3,4 \pm 0,21$  л/мин ( $P < 0,05$ ). Показатели минутного объема кровообращения у гимнастов 10-11-летнего возраста, занимающихся мышечными тренировками в течение трех лет (УТГ – 2), были достоверно выше по сравнению с величиной минутной производительности сердца детей того же возраста, не занимающихся спортом, и гимнастов предыдущей группы, соответственно на



1,0±0,17 и 1,0±0,19 л/мин (  $P < 0,05$ ). На последующих двух этапах спортивной подготовки у гимнастов МОК оказывался так же достоверно выше примерно на 0,7-0,9 л/мин по сравнению со значениями минутной производительности сердца неспортсменов соответствующих возрастов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что у гимнастов, начиная со второго-третьего годов мышечных тренировок, во всех последующих годах спортивной подготовки показатели МОК оказывались достоверно выше по сравнению со значениями минутной производительности сердца детей соответствующих возрастов, не занимающихся спортом.

При сравнении между собой показателей МОК гимнастов, полученных на каждом этапе многолетней спортивной подготовки, было выявлено, что МОК у юных гимнастов достоверно увеличивается на каждом этапе спортивной подготовки в среднем на 0,9-1,2 л/мин ( $P < 0,05$ ). Это свидетельствует о том, что у гимнастов, по мере повышения уровня тренированности, не на всех трех этапах спортивной подготовки происходит достоверный прирост показателей минутной производительности сердца. Суммарный прирост МОК у гимнастов за восемь-девять лет систематических мышечных тренировок составил 2,8±0,26 л/мин ( $P < 0,05$ ).

Показатели СИ у детей 6-7-летнего возраста, систематически занимающихся спортивной гимнастикой в течение одного-двух лет, составили 2,5±0,07 л/(мин/м<sup>2</sup>), что оказалось на 0,6±0,04 л/(мин/м<sup>2</sup>) больше по сравнению с показателями СИ детей того же возраста, не занимающихся спортом. В период второго-третьего года систематических мышечных тренировок разница в значениях СИ между гимнастами и неспортсменами увеличилась до 0,9±0,07 л/(мин/м<sup>2</sup>) ( $P < 0,05$ ). Примерно на таком же уровне (0,8±0,07 л/(мин/м<sup>2</sup>)) оказалась разница в показателях СИ между гимнастами занимающимися мышечными тренировками в течение четырех-пяти лет, и неспортсменами того же возраста. Показатели СИ спортсменов 12-13 летнего возраста, занимающихся гимнастикой в течение пяти-шести лет, были зарегистрированы на уровне 4,0±0,07 л/(мин/м<sup>2</sup>). Данная величина

оказалась достоверно больше на  $1,2 \pm 0,09$  л/(мин/м<sup>2</sup>) по сравнению с показателями СИ детей того же возраста, не занимающихся спортом. На седьмом-восьмом году систематических мышечных тренировок разница между значениями СИ гимнастов 14-15-летнего возраста и детей того же возраста, не занимающихся спортом, сохранилась на уровне  $1,1 \pm 0,05$  л/(мин/м<sup>2</sup>) ( $P < 0,05$ ). В период восьмого-девятого года систематических занятий спортивной гимнастикой показатели СИ у спортсменов 16-17 летнего возраста увеличились до  $4,6 \pm 0,05$  л/(мин/м<sup>2</sup>). Разница между значениями СИ гимнастов и неспортсменов того же возраста достигла до  $1,3 \pm 0,09$  л/(мин/м<sup>2</sup>) ( $P < 0,05$ ). Это оказалось самой высокой разницей в значениях СИ между гимнастами и неспортсменами, зарегистрированных на всех предыдущих этапах многолетней спортивной подготовки.

Следовательно, у гимнастов на каждом этапе спортивной подготовки темпы прироста показателей СИ оказались достоверно выше по сравнению с темпами прироста СИ детей, не занимающихся спортом. При этом следует отметить, что по мере повышения уровня тренированности темпы прироста СИ у гимнастов значительно увеличиваются по сравнению с темпами прироста значений СИ детей, не занимающихся спортом. Так, если на начальных этапах мышечной тренировки СИ у гимнастов возрастал на  $1,1 \pm 0,09$  л/(мин/м<sup>2</sup>), то на этапе спортивного мастерства темпы прироста СИ увеличились до  $1,3 \pm 0,07$  л/(мин/м<sup>2</sup>). В результате восьми-деяти лет систематических занятий спортивной гимнастикой показатели СИ у гимнастов увеличились по сравнению с исходными данными на  $2,7 \pm 0,07$  л/(мин/м<sup>2</sup>), тогда как у лиц, не занимающихся спортом, за аналогичный период прирост СИ составил лишь  $1,4 \pm 0,09$  л/(мин/м<sup>2</sup>) ( $P < 0,05$ ).

Обобщая вышеизложенное, можно отметить, что у детей, систематически занимающихся спортивной гимнастикой, частота сердечных сокращений урежается на первых двух этапах спортивной подготовки, а показатели УОК, МОК и СИ увеличиваются равномерно на всех трех этапах спортивной подготовки.

Таблица 3.

**Показатели насосной функции сердца в покое гимнастов и детей, не занимающихся спортом**

Возр. (лет)	Этапы мышечны х трениров ок	Группы обследов. детей	ЧСС (уд/мин)	УОК (мл)	МОК (л/мин)	СИ л/(мин/м <sup>2</sup> )
6-7	Этап начал. подготовк и	Неспортсм	92,6±2,3	27,7±2,5	2,7±0,11	1,9±0,06
		ГНП	90,5±2,6	31,8±3,0	2,8±0,14	2,5±0,07
Неспортсм		87,4±2,6	37,6±2,8	3,1±0,25	2,1±0,07	
УТГ-1		83,0±2,1	39,6±3,5	3,4±0,21	3,0±0,05	
10-11	Этап спец. подготовк и	Неспортсм	85,7±2,4	40,6±2,4	3,4±0,31	2,6±0,04
УТГ-2		81,8±1,9*	53,1±2,7	4,4±0,24	3,4±0,08	
12-13		Неспортсм	80,3±2,7	49,4±2,7	3,9±0,27	2,8±0,04
		УТГ-3	73,1±2,4	58,8±3,4	4,6±0,31	4,0±0,07
14-15	Этап спорт. совершен ствования	Неспортсм	77,8±2,3	54,7±2,1	4,2±0,12	3,0±0,06
УТГ-4		73,0±1,9	64,0±2,8	5,0±0,28	4,1±0,07	
16-17		Неспортсм	75,1±2,5	61,5±2,3	4,6±0,24	3,3±0,08
		ГСС	72,5±2,0	71,9±2,4	5,5±0,31	4,6±0,05

\* - разница достоверна по сравнению со значениями предыдущей группы (P< 0,05).

### **3.4. Изменения показателей насосной функции сердца юных хоккеистов, приобщенных к мышечным тренировкам в 9-10 летнем возрасте**

У детей, систематически занимающихся в течение одного-двух лет хоккеем с шайбой (ГНП), показатели ЧСС в покое составили  $85,7 \pm 2,1$  уд/мин (табл. 4.4.). Данная величина существенно не отличалась от частоты сердцебиений детей того же возраста не занимающихся спортом. У юных спортсменов 11-12-летнего возраста, систематически занимающихся хоккеем с шайбой в течение двух-трех лет (УТГ-1), частота сердцебиения составила  $78,3 \pm 1,7$  уд/мин. Данная величина оказалась на  $7,1 \pm 1,4$  уд/мин меньше по сравнению с показателями ЧСС у детей того же возраста, не занимающихся спортом ( $P < 0,05$ ). При последующих занятиях хоккеем с шайбой в течение четырех-пяти лет (УТГ-2) частота сердцебиения спортсменов 13-14 летнего возраста снизилась до  $72,6 \pm 2,7$  уд/мин. Разница в показателях ЧСС в 13-14- лет между детьми, занимающимися хоккеем, и детьми того же возраста, не занимающимися спортом, составила примерно  $7,1 \pm 2,0$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). У юных спортсменов 15-16 лет, занимающихся хоккеем с шайбой в течение пяти-шести лет (УТГ- 3), частота сердечных сокращений была зарегистрирована на уровне  $70,7 \pm 2,1$  уд/мин, что оказалась на  $5,1$  уд/мин меньше по сравнению с показателями ЧСС детей того же возраста, не занимающихся спортом ( $P < 0,05$ ). В процессе седьмого-восьмого года систематических мышечных тренировок у хоккеистов произошло более существенное снижение частоты сердечных сокращений. Разница в показателях ЧСС между хоккеистами 17-18 летнего возраста, систематически занимающимися мышечными тренировками в течение семи-восьми лет и не спортсменами того же возраста составила  $9,0 \pm 2,1$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). Значительное урежение частоты сердцебиения у хоккеистов мы выявили на восьмом-девятом году занятий спортом. У юных спортсменов 18-

19 лет возраста, систематически занимающихся хоккеем с шайбой в течение восьми-девяти лет, частота сердечных сокращений оказалась на  $11,2 \pm 2,0$  уд/мин меньше по сравнению с показателями сердцебиения неспортсменов того же возраста ( $P < 0,05$ ).

Следовательно, у юных хоккеистов урежение частоты сердечных сокращений не наблюдается лишь на первом году мышечных тренировок. Во всех последующих годах спортивной подготовки у юных хоккеистов наблюдается достоверное урежение частоты сердечных сокращений по сравнению со значениями частоты сердцебиения детей, не занимающихся спортом.

Мы также проанализировали изменения частоты сердечных сокращений хоккеистов по мере повышения их уровня тренированности. В процессе первого года систематических мышечных тренировок частоты сердечных сокращений у детей 9-10 лет, занимающихся хоккеем по сравнению с исходными данными, существенных изменений не претерпела. Однако в период последующих лет мышечных тренировок ЧСС у хоккеистов достоверно снижалась. Разница между показателями частоты сердечных сокращений хоккеистов, занимающихся мышечными тренировками в течение одного года (ГНП), и спортсменов специализирующихся в хоккее в течение двух-трех лет (УТГ- 1), составила  $7,4 \pm 2,3$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). Следовательно, в процессе второго-третьего года занятий хоккеем с шайбой у юных спортсменов произошло достоверное урежение пульса по сравнению с показателями ЧСС детей, занимающихся хоккеем с шайбой в течение одного года. В процессе четвертого-пятого года систематических мышечных тренировок у хоккеистов произошло дальнейшее урежение пульса. Показатели частоты сердечных сокращений данных детей были на  $5,7 \pm 2,4$  уд/мин меньше, чем у спортсменов предыдущей группы. Однако в последующем, в процессе пятого-шестого года занятий хоккеем с шайбой, достоверного урежения пульса у юных спортсменов по сравнению с показателями ЧСС предыдущей тренировочной группы выявлено не было.

Вероятно, это объясняется началом полового развития детей. На седьмом-восьмом году систематических мышечных тренировок у хоккеистов вновь произошло достоверное урежение пульса на  $6,9 \pm 1,9$  уд/мин по сравнению со значениями ЧСС спортсменов предыдущей группы ( $P < 0,05$ ). В процессе восьмого-девятого года занятий мышечными тренировками у хоккеистов произошло дальнейшее достоверное урежение пульса на  $3,7$  уд/мин.

Таким образом, можно отметить, что у юных спортсменов, систематически занимающихся хоккеем с шайбой, на этапе начальной подготовки частота сердечных сокращений уменьшается по сравнению с исходными данными на  $10,1 \pm 2,1$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). На этапе специальной подготовки урежение ЧСС у юных хоккеистов по сравнению с предыдущим этапом мышечной тренировки составило  $7,6 \pm 2,0$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). На этапе спортивного совершенствования урежение ЧСС у юных спортсменов, систематически занимающихся хоккеем с шайбой, составило  $10,6 \pm 2,4$  уд/мин ( $P < 0,05$ ).

Следовательно, у юных хоккеистов частота сердечных сокращений в процессе многолетних мышечных тренировок уменьшалась на каждом этапе спортивной подготовки в среднем на  $7-10$  уд/мин ( $P < 0,05$ ).

Суммарное урежение частоты сердечных сокращений в процессе семи-восьми лет систематических занятий хоккеем с шайбой у юных спортсменов составило по сравнению с исходными данными  $28,3 \pm 2,7$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). У детей, не занимающихся спортом, за аналогичный период естественного роста и развития урежение ЧСС составило  $17,1 \pm 2,0$  уд/мин ( $P < 0,05$ ).

Показатели ударного объема крови в 9-10- летнем возрасте у детей, систематически занимающихся хоккеем с шайбой в течение одного-двух лет (ГНП), составили  $38,7 \pm 1,8$  мл. Данная величина существенно не отличалась от показателей ударного объема крови детей того же возраста, не занимающихся спортом. В процессе второго-третьего года занятий хоккеем с шайбой систолический выброс у спортсменов увеличился до  $48,5 \pm 2,4$  мл.

Данная величина оказалась больше по сравнению с величиной сердечного выброса детей того же возраста, не занимающихся спортом, и с показателями ударного объема крови хоккеистов, занимающихся спортом в течение одного года, соответственно на  $10,7 \pm 2,1$  и  $9,8 \pm 2,0$  мл ( $P < 0,05$ ). Таким образом, на этапе начальной подготовки ударный объем крови у юных хоккеистов увеличился на  $14,7 \pm 2,4$  мл ( $P < 0,05$ ).

У спортсменов 13-14 лет, занимающихся хоккеем с шайбой в течение четырех-пяти лет, величина систолического выброса составила  $54,7 \pm 2,2$  мл. По сравнению с показателями ударного объема крови детей того же возраста, не занимающихся спортом, данная величина оказалась на  $13,3 \pm$  мл больше ( $P < 0,05$ ). Однако, сравнивая показатели ударного объема крови хоккеистов группы УТГ-1 и УТГ-2, мы существенной разницы не обнаружили. Следовательно, в процессе четвертого-пятого года занятий хоккеем с шайбой у спортсменов не произошло достоверного увеличения систолического выброса по сравнению с показателями ударного объема крови предыдущей группы спортсменов. Вероятно, это объясняется началом полового развития детей. Последующие систематические мышечные тренировки в течение пяти-шести лет (УТГ- 3) вызвали у хоккеистов существенный прирост систолического выброса до  $68,2 \pm 3,1$  мл. Разница между показателями ударного объема крови спортсменов 15-16-летнего возраста, занимающихся хоккеем в течение пяти-шести лет, и неспортсменами того же возраста составила  $11,8 \pm 2,0$  мл ( $P < 0,05$ ). Также достоверной оказалась разница ( $13,5 \pm 1,9$  мл) между спортсменами группы УТГ-2 и УТГ-3 ( $P < 0,05$ ). Следовательно, в процессе пятого-шестого года занятий хоккеем с шайбой у спортсменов произошло достоверное увеличение систолического выброса по сравнению со значениями УОК детей того же возраста, не занимающихся спортом, и показателями ударного объема крови спортсменов предыдущей группы. Следовательно, на этапе специальной подготовки ударный объем крови у юных хоккеистов увеличился на  $19,7 \pm 2,4$  мл ( $P < 0,05$ ).

У хоккеистов 17-18-летнего возраста, систематически занимающихся мышечными тренировками в течение семи-восьми лет, ударный объем крови был зарегистрирован на уровне  $77,1 \pm 2,1$  мл. Данная величина оказалась на  $9,3 \pm 2,2$  мл достоверно выше по сравнению с показателями ударного объема крови детей того же возраста, не занимающихся спортом, а по сравнению со значениями систолического выброса спортсменов, занимающихся мышечными тренировками в течение пяти-шести лет, разница оказалась недостоверной. Таким образом, можно отметить, что в процессе седьмого, восьмого года занятий хоккеем с шайбой увеличение систолического выброса у хоккеистов произошло лишь по сравнению с показателями ударного объема крови сверстников, не занимающихся спортом, а по сравнению с УОК спортсменов предыдущей группы достоверного прироста не отмечается. У хоккеистов группы спортивного совершенствования, т.е. систематически занимающихся мышечными тренировками в течение восьми-девяти лет, величина систолического выброса составила  $90,1 \pm 3,2$  мл. Данный показатель оказался достоверно выше по сравнению с УОК неспортсменов того же возраста и по сравнению с величиной систолического выброса предыдущей группы спортсменов, соответственно на  $17,6 \pm 2,2$  и  $13,0 \pm 2,1$  мл ( $P < 0,05$ ). Таким образом, на этапе спортивного совершенствования ударный объем крови у юных хоккеистов увеличился на  $21,9 \pm 2,4$  мл ( $P < 0,05$ ).

Обобщая вышеизложенное, можно отметить, что у хоккеистов лишь в процессе первого года занятий спортом не отмечается достоверное увеличение ударного объема крови. В процессе последующих лет систематических мышечных тренировок на каждом этапе спортивной подготовки происходит достоверное увеличение УОК по сравнению с показателями систолического выброса детей того же возраста, не занимающихся спортом. При этом следует отметить, что наиболее выраженное увеличение УОК у хоккеистов по сравнению с показателями неспортсменов произошло на восьмом-девятом году занятий спортом.



Анализируя прирост ударного объема крови хоккеистов по мере повышения уровня их тренированности, можно отметить, что увеличение систолического выброса наблюдается не на всех этапах спортивной подготовки. Достоверный прирост ударного объема крови по сравнению со значениями систолического выброса предыдущей группы наблюдается лишь на втором, пятом-шестом и восьмом-девятом годах мышечных тренировок. То есть просматривается определенная тенденция прироста ударного объема крови у хоккеистов через каждые два-три года мышечных тренировок.

На этапе начальной подготовки у юных спортсменов, систематически занимающихся хоккеем с шайбой, систолический выброс крови увеличился по сравнению с исходными данными на  $14,7 \pm 2,3$  мл ( $P < 0,05$ ). На этапе специализированной подготовки УОК у юных хоккеистов увеличился на  $19,7 \pm 2,4$  мл ( $P < 0,05$ ). На этапе спортивного совершенствования у юных спортсменов, систематически занимающихся хоккеем с шайбой, УОК увеличился на  $21,9 \pm 2,4$  мл ( $P < 0,05$ ). Следовательно, у юных хоккеистов по мере повышения уровня тренированности УОК увеличивается. Так, если на этапе начальной подготовки УОК увеличился по сравнению с исходными данными на  $14,7 \pm 2,4$  мл, то на этапе спортивного совершенствования прирост систолического выброса составил  $21,9 \pm 2,4$  мл ( $P < 0,05$ ).

Если в процессе восьми-деяти лет систематических мышечных тренировок у хоккеистов ударный объем крови увеличился примерно на  $56,3 \pm 2,4$  мл, то у детей, не занимающихся спортом, за аналогичный период естественного роста и развития прирост систолического выброса составил лишь  $38,7 \pm 2,0$  мл ( $P < 0,05$ ).

В процессе систематических мышечных тренировок у хоккеистов отмечается определенная очередность в становлении частоты сердечных сокращений и ударного объема крови. На втором-третьем году мышечных тренировок у юных хоккеистов происходит более существенное изменение ударного объема крови. В процессе четвертого-пятого года мышечных тренировок в значительной степени изменяется частота сердечных

сокращений. На пятом-шестом году занятий хоккеем с шайбой вновь более существенное изменение претерпевают показатели ударного объема крови. В процессе седьмого-восьмого года занятий хоккеем значительно изменяется частота сердечных сокращений. На восьмом-девятом году мышечных тренировок более выражено происходит прирост ударного объема крови. Следовательно, в процессе систематических занятий хоккеем с шайбой у юных спортсменов отмечается гетерохронность в становлении показателей частоты сердечных сокращений и ударного объема крови.

Сравнивая изменение показателей ЧСС и УОК у хоккеистов в процессе восьми-деяти лет мышечных тренировок, можно отметить, что изменения показателей частоты сердцебиения менее выражены, чем прирост ударного объема крови.

При анализе показателей минутного объема кровообращения хоккеистов было установлено, что у детей, занимающихся мышечными тренировками в течение одного-двух лет, величина минутной производительности сердца была достоверно выше по сравнению с показателями минутного объема кровообращения детей того же возраста, не занимающихся спортом. В процессе второго-третьего года систематических занятий хоккеем с шайбой (УТГ – 1) у юных спортсменов произошло последующее достоверное увеличение показателей минутного объема кровообращения по сравнению с показателями минутной производительности сердца детей того же возраста, не занимающихся спортом, и хоккеистов предыдущей группы. Однако на четвертом-пятом году систематических мышечных тренировок мы выявили у хоккеистов достоверное увеличение показателей минутного объема кровообращения лишь по сравнению с МОК детей того же возраста, не занимающихся спортом, а по сравнению с величинами МОК предыдущей группы спортсменов (УТГ–1) разницы мы не обнаружили. У детей, систематически занимающихся хоккеем с шайбой в течение пяти-шести лет (УТГ–3), показатели минутного объема кровообращения оказались

достоверно выше по сравнению с величиной МОК детей того же возраста, не занимающихся спортом и с показателями минутной производительности сердца хоккеистов, занимающихся мышечными тренировками в течение четырех-пяти лет. Однако у хоккеистов в процессе седьмого-восьмого года занятий спортом достоверного прироста показателей минутного объема кровообращения по сравнению со значениями МОК спортсменов мы не выявили. На восьмом-девятом году систематических мышечных тренировок у хоккеистов был отмечен достоверный прирост МОК, как по сравнению с величиной МОК детей того же возраста, не занимающихся спортом, и спортсменами предыдущей группы.

Обобщая вышеизложенное, можно отметить, что у хоккеистов достоверный прирост показателей минутной производительности сердца по сравнению с минутным объемом кровообращения не спортсменов наблюдается на каждом этапе многолетней спортивной подготовки, кроме седьмого-восьмого года мышечных тренировок. А по сравнению с показателями МОК спортсменов предыдущей группы достоверное увеличение минутной производительности сердца наблюдается лишь на втором-третьем и пятом-шестом годах занятий хоккеем, т. е. происходит определенная тенденция прироста минутного объема кровообращения у хоккеистов через каждые два-три года мышечных тренировок. На других этапах многолетней спортивной подготовки темпы прироста показателей минутной производительности сердца у хоккеистов оказались существенно ниже. Суммарный прирост минутного объема кровообращения в течение восьми-деяти лет занятий хоккеем с шайбой составил по сравнению с исходными данными  $2,2 \pm 0,22$  л/мин ( $P < 0,05$ ).

Показатели сердечного индекса у детей 9-10-летнего возраста, занимающихся хоккеем в течение одного-двух лет, составили примерно  $3,1 \pm 0,07$  л/(мин/м<sup>2</sup>), что оказалось на  $0,3 \pm 0,04$  л/(мин/м<sup>2</sup>) больше по сравнению с показателями СИ детей того же возраста, не занимающихся

спортом. Достоверно высокими также оказались показатели сердечного индекса у хоккеистов 11-12-летнего возраста, занимающихся мышечными тренировками в течение двух-трех лет, по сравнению со значениями СИ детей того же возраста, не занимающихся спортом, и разница между ними составила  $0,4 \pm 0,07$  л/(мин/м<sup>2</sup>). На четвертом-пятом году систематических мышечных тренировок, разница между хоккеистами и детьми не занимающихся спортом, в показателях сердечного индекса существенно увеличилась и достигла  $0,8 \pm 0,05$  л/(мин/м<sup>2</sup>). Высокая разница в показателях сердечного индекса между хоккеистами и детьми, не занимающимися спортом, сохранилась и на последующих этапах спортивной подготовки.

Следовательно, у хоккеистов по мере повышения уровня тренированности значительно возрастают показатели сердечного индекса и на каждом этапе спортивной подготовки значения СИ хоккеистов были достоверно выше по сравнению с показателями сердечного индекса детей, не занимающихся спортом. На начальных этапах спортивной подготовки сердечный индекс у хоккеистов увеличивался по сравнению со значениями СИ у неспортсменов примерно на  $0,4 \pm 0,07$  л/(мин/м<sup>2</sup>). На этапе спортивного мастерства прирост СИ по сравнению с СИ неспортсменов достиг до  $0,8 \pm 0,05$  л/(мин/м<sup>2</sup>). Суммарный прирост сердечного индекса у хоккеистов за восемь-девять лет систематических мышечных тренировок составил  $1,8 \pm 0,15$  л/(мин/м<sup>2</sup>) ( $P < 0,05$ ). Таким образом, обобщая вышеизложенное, можно отметить, что показатели насосной функции сердца у юных хоккеистов претерпевают изменения на всех трех этапах спортивной подготовки.

Таблица 4.

**Показатели насосной функции сердца в покое хоккеистов и детей, не занимающихся спортом**

Возр. (лет)	Этапы мышечных тренировок	Группа обследованных лиц	ЧСС (уд/мин)	УОК (мл)	МОК (л/мин)	СИ (л/(мин/м <sup>2</sup> ))
9-10	Этап начальн. подготовки	Неспортсмены	88,4±2,5	33,8±2,5	3,3±0,41	2,8±0,08
		ГНП	85,7±2,1*	38,7±1,8	3,8±0,12	3,1±0,07
11-12		Неспортсмены	85,4±2,6	37,8±3,3	3,4±0,31	2,8±0,09
		УТГ-1	78,3±1,7*	48,5±1,4*	4,2±0,18*	3,2±0,05
13-14	Этап спец. подготовки	Неспортсмены	79,7±2,0	41,4±3,0	3,7±0,21	2,9±0,07
		УТГ-2	72,6±1,7*	54,7±2,2	4,3±0,26	3,7±0,09
15-16		Неспортсмены	75,8±1,8	56,4±3,0	4,7±0,19	3,1±0,09
		УТГ-3	70,7±2,1	68,2±2,1*	5,1±0,18*	3,9±0,07
17-18	Этап спорт. соверш.	Неспортсмены	72,8±3,4	67,8±2,0	4,9±0,24	3,4±0,09
		УТГ-4	63,8±1,5*	77,1±2,1*	5,2±0,17	4,3 ±0,07
18-19		Неспортсмены	71,3±4,3	72,5±2,8	5,0±0,24	3,8±0,06
		ГСС	60,1±1,2	90,1±2,2*	5,5±0,24*	4,6±0,07

\*- разница достоверна по сравнению со значениями предыдущей группы (P< 0,05).

Мы провели сравнительный анализ изменений показателей насосной функции сердца юных спортсменов, приступивших к мышечным тренировкам на различных этапах постнатального развития и занимающихся различными видами спорта. Показатели насосной функции сердца юных спортсменов претерпевают определенные изменения в зависимости от того, в каком возрасте дети приступили к систематическим мышечным тренировкам и каким видом спорта они занимаются.

Плаванием дети начинают заниматься с 6-7-летнего возраста, а отбор и систематические занятия лыжными гонками начинаются несколько позже - в 9-10-летнем возрасте. У юных спортсменов, систематически занимающихся спортивным плаванием, на этапе начальной подготовки частота сердечных сокращений уменьшилась по сравнению с исходными данными на  $19,3 \pm 2,0$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). На этапе специальной подготовки темпы урежения ЧСС у юных пловцов по сравнению с предыдущим этапом спортивной подготовки несколько снизились и частота сердцебиений уменьшилась лишь на  $11,9 \pm 2,0$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). На этапе спортивного совершенствования по сравнению с предыдущим этапом спортивной подготовки ЧСС у юных пловцов существенно не изменилась. Следовательно, у детей, приступивших к мышечным тренировкам в более раннем возрасте, ЧСС в значительной степени изменяется на этапе начальной подготовки. В процессе последующих мышечных тренировок, т.е. на этапе специальной подготовки темпы урежения ЧСС у юных пловцов были значительно ниже, чем на предыдущем этапе спортивной подготовки. На этапе спортивного совершенствования у юных пловцов наблюдалась лишь тенденция к урежению частоты сердцебиения. За восемь-девять лет систематических мышечных тренировок частота сердцебиения у юных пловцов уменьшилась по сравнению с исходными данными примерно на  $31,9 \pm 1,4$  уд/мин, что оказалось на  $11,0 \pm 1,3$  уд/мин больше по сравнению с

естественным возрастным урежением ЧСС у детей, не занимающихся спортом ( $P < 0,05$ ).

Лыжными гонками дети начинают заниматься в 9-10 летнем возрасте. На этапе начальной подготовки частота сердечных сокращений у юных лыжников-гонщиков уменьшилась на  $13,8 \pm 1,3$  уд/мин по сравнению с исходными данными. На этапе специальной подготовки у юных спортсменов, систематически занимающихся лыжными гонками, ЧСС уменьшилась так же на  $13,8 \pm 1,5$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). Следовательно, у детей, приступивших к мышечным тренировкам в 9-10- летнем возрасте, т.е. несколько позже, чем пловцы, урежение частоты сердечных сокращений наблюдается равномерно на этапах начальной и специальной подготовки. У лыжников-гонщиков частота сердечных сокращений за восемь-девять лет систематических мышечных тренировок уменьшилась по сравнению с исходными данными на  $29,1 \pm 1,7$  уд/мин ( $P < 0,05$ ).

На изменения показателей насосной функции сердца юных спортсменов также влияет и характер выполняемых физических упражнений. У лыжников-гонщиков и пловцов, где спортсмены выполняют преимущественно упражнения на выносливость, темпы урежения ЧСС на всех восьми-девяти годах спортивной подготовки были гораздо выше, чем у детей, не занимающихся спортом. При этом следует отметить, что по мере повышения уровня тренированности разница между показателями ЧСС спортсменов и неспортсменов становилась значительно больше. Так, если на начальных этапах мышечных тренировок разница в показателях ЧСС между спортсменами и неспортсменами составляла 8-11 уд/мин, то на этапе спортивного мастерства она увеличилась до  $14 \pm 1,7$  уд/мин ( $P < 0,05$ ).

У юных гимнастов на этапе начальной подготовки частота сердечных сокращений снизилась на  $9,6 \pm 2,4$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). Примерно на такую же величину ( $9,9 \pm 1,9$  уд/мин) частота сердцебиений снизилась у юных гимнастов на этапе специальной подготовки ( $P < 0,05$ ). Однако на этапе

спортивного совершенствования у юных гимнастов наблюдалась лишь тенденция к урежению частоты сердечных сокращений.

У юных хоккеистов урежение частоты сердцебиения отмечается на этапах начальной, специальной подготовки и на этапе спортивного совершенствования в среднем на 8-10 уд/мин ( $P < 0,05$ ).

Обобщая вышеизложенное, можно отметить, что у пловцов и лыжников-гонщиков в течение всех восьми-деяти лет спортивной подготовки наблюдается достоверное урежение ЧСС по сравнению с показателями ЧСС спортсменов. У юных гимнастов и хоккеистов достоверное урежение ЧСС начинается со второго года занятий спортом и продолжается в течение последующих годов мышечных тренировок.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в процессе многолетних мышечных тренировок частота сердцебиения у юных пловцов и лыжников-гонщиков более выражено урежается, чем у детей, занимающихся спортивной гимнастикой и хоккеем с шайбой. Видимо, это объясняется тем, что юные пловцы и лыжники-гонщики в большей мере выполняют упражнения циклического характера, которые, по мнению многих авторов способствуют значительному урежению пульса (С.В.Хрущев с соавт., 1974; И.А. Аршавский, 1982; Р.А. Абзалов, 1971, 1985; Р.Е.Мотылянская, 1979; А.Г.Дебо, Э.В.; Земцовский, 1989; О.И.Павлова, 1997; Р.Р.Абзалов, 1998; Л.Т.Фахрисламова, 1998; Р.Р.Нигматуллина, 1999, С.В.Морозова, 2001; Ю.С.Ванюшин, Ф.Г.Ситдилов 2001 и др.). У хоккеистов на первом году мышечных тренировок вследствие уделения большого количества времени технической подготовке, возможно, и не наблюдается достоверное урежение пульса. Достоверное урежение ЧСС у гимнастов, начиная лишь со второго года занятий, возможно объясняется в большей мере содержанием тренировочного процесса. При подготовке гимнастов упражнения циклического характера используются очень мало. Однако в процессе первого года систематических мышечных тренировок, вероятно, создается



аккумулятивный эффект, вследствие чего и в дальнейшем у гимнастов происходит достоверное урежение частоты сердечных сокращений.

На основании выше изложенного, можно утверждать, что при повышении уровня тренированности юных спортсменов не всегда проявляется уменьшение частоты сердечных сокращений в покое. Регулярные физические нагрузки динамического характера в большей мере способствуют урежению частоты сердцебиения. Что же касается регулярных физических нагрузок статического характера, то существенных изменений в показателях ЧСС юных спортсменов в состоянии покоя, не наблюдается.

Частота сердечных сокращений у юных лыжников-гонщиков и пловцов более значительно урежается на этапах начальной и специальной подготовки. Вероятно, это объясняется тем, что на начальных этапах многолетней спортивной подготовки лыжники и пловцы в большей мере выполняют объемные упражнения с умеренной интенсивностью, которые способствуют существенному урежению частоты сердечных сокращений. На этапе спортивного совершенствования, где в тренировочный процесс юных спортсменов включается большое количество упражнений, направленных на выработку скоростной выносливости, существенно замедляются темпы урежения частоты сердцебиений. Более того, у лыжников и пловцов на этапе спортивного совершенствования значительно возрастает соревновательная практика, вследствие чего, на наш взгляд, увеличивается напряженность организма. Вероятно, все это в комплексе в значительной степени замедляет темпы урежения частоты сердцебиения у лыжников-гонщиков и пловцов на восьмом-девятом году мышечных тренировок.

При сравнении показателей частоты сердечных сокращений хоккеистов, полученных на различных годах спортивной подготовки между собой, было установлено, что урежение частоты сердцебиения происходит не во всех годах спортивной подготовки. Достоверное снижение ЧСС у хоккеистов по сравнению с показателями ЧСС спортсменов предыдущей группы было зарегистрировано на втором-третьем, четвертом-пятом и

седьмом-восьмом годах систематических мышечных тренировок. Значительное снижение темпов урежения ЧСС у хоккеистов на пятом-шестом году мышечных тренировок, возможно, объясняется началом полового развития детей, когда все потенциальные возможности растущего организма направлены на гормональную перестройку растущего организма.

Анализ степени изменений частоты сердцебиения детей, специализирующихся в разных видах спорта, показал, что у лыжников-гонщиков за восемь-девять лет систематических мышечных тренировок ЧСС снизилась по сравнению с исходными данными на  $29,1 \pm 1,7$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). Примерно такое же урежение ЧСС было отмечено у юных спортсменов, систематически занимающихся плаванием. При этом следует отметить, что у юных пловцов и лыжников-гонщиков в значительной степени частота сердечных сокращений урежается на начальных этапах спортивной подготовки, а на этапе спортивного совершенствования урежение частоты сердцебиения у представителей данных видов спорта менее выражено. У юных спортсменов, занимающихся хоккеем с шайбой за восемь-девять лет систематических мышечных тренировок частота сердечных сокращений снизилась по сравнению с исходными данными на  $28,3 \pm 2,7$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). У юных гимнастов в процессе систематических мышечных тренировок в течение восьми-деяти лет частота сердечных сокращений снизилась по сравнению с исходными данными лишь на  $20,1 \pm 1,4$  уд/мин, что примерно соответствует естественному возрастному урежению частоты сердечных сокращений у детей, не занимающихся спортом.

В отличие от изменений частоты сердечных сокращений ударный объем крови у юных пловцов, лыжников, хоккеистов и гимнастов в процессе мышечных тренировок претерпевает более значительные изменения. Однако на темпы прироста ударного объема крови юных спортсменов влияет возраст, с которого дети начали заниматься мышечными тренировками, и характер выполняемых физических упражнений.

Ударный объем крови у юных пловцов на этапах начальной и специальной подготовки увеличивался в среднем на 30-32 мл ( $P < 0,05$ ). Однако в дальнейшем темпы прироста ударный объем крови у юных пловцов значительно снизились по сравнению с предыдущими этапами мышечной тренировки, а на этапе спортивного совершенствования ударный объем крови увеличился лишь на  $13,9 \pm 1,4$  мл ( $P < 0,05$ ). Следовательно, у детей, приступивших к мышечным тренировкам в более раннем возрасте, ударный объем крови значительно увеличивается на первых двух этапах спортивной подготовки.

У детей, приступивших к мышечным тренировкам в 9-10 лет, т.е. у лыжников-гонщиков, ударный объем крови на этапе начальной подготовки увеличился так же, как и у пловцов, на  $37,0 \pm 1,7$  мл по сравнению с исходными данными ( $P < 0,05$ ). Однако в последующем, на этапах специальной подготовки и спортивного совершенствования, ударный объем крови у юных лыжников-гонщиков увеличивался равномерно в среднем на 22-23 мл ( $P < 0,05$ ).

Таким образом, обобщая вышеизложенное, можно отметить, что при более раннем начале мышечных тренировок показатели насосной функции сердца претерпевают значительные изменения на этапах начальной и специальной подготовки. У детей, приступивших к мышечным тренировкам на более поздних периодах развития, показатели насосной функции сердца претерпевают изменения равномерно на всех трех этапах спортивной подготовки.

При анализе значения ударного объема крови детей, занимающихся различными видами спорта, было установлено, что систолический выброс у пловцов и лыжников-гонщиков по сравнению с показателями УОК неспортсменов оказывался достоверно выше на каждом этапе спортивной подготовки, в среднем на 30-40 мл ( $P < 0,05$ ). У хоккеистов в процессе первого года занятий спортом достоверное увеличение ударного объема крови не отмечается. В последующих семи-восьми годах систематических

мышечных тренировок значения ударного объема крови хоккеистов оказывались достоверно выше в среднем на 10-17 мл по сравнению со значениями систолического выброса детей того же возраста, не занимающихся спортом ( $P < 0,05$ ). У гимнастов существенный прирост систолического выброса не наблюдался также, как и у юных хоккеистов, лишь на первом году занятий спортом. В течение последующих семи-восьми лет мышечных тренировок показатели УОК у гимнастов на каждом этапе спортивной подготовки оказывались достоверно выше в среднем на 10-19 мл по сравнению с показателями УОК детей, не занимающихся спортом ( $P < 0,05$ ). Следовательно, у пловцов, лыжников, хоккеистов и гимнастов в процессе систематических мышечных тренировок происходит достоверное увеличение систолического выброса по сравнению со значениями ударного объема крови детей, не занимающихся спортом. При этом следует отметить, что на темпы прироста систолического объема крови спортсменов более значительное влияние оказывают упражнения циклического характера.

Сравнение показателей ударного объема крови спортсменов, полученных на различных этапах многолетней спортивной подготовки, между собой позволяет утверждать, что у юных пловцов ударный объем крови по мере повышения уровня тренированности увеличивается на 15-25 мл ( $P < 0,05$ ). У юных лыжников - гонщиков систолический объем крови по мере повышения уровня тренированности достоверно увеличивается в среднем на 10-20 мл ( $P < 0,05$ ). У гимнастов достоверное увеличение показателей ударного объема крови наблюдалось лишь на четвертом-пятом годах мышечных тренировок. У хоккеистов достоверный прирост ударного объема крови в среднем на 10 – 13 мл наблюдается на втором-третьем, пятом-шестом и восьмом-девятом годах мышечных тренировок, то есть через каждые два-три года мышечных тренировок просматривается определенная тенденция прироста ударного объема крови у хоккеистов ( $P < 0,05$ ).

Суммарный прирост ударного объема крови у лыжников-гонщиков за восемь-девять лет систематических мышечных тренировок составил  $82,1 \pm 2,5$  мл ( $P < 0,05$ ). У юных пловцов суммарный прирост ударного объема крови за аналогичный период мышечных тренировок оказался на уровне прироста УОК юных лыжников и составил  $75,4 \pm 2,2$  мл ( $P < 0,05$ ). Суммарный прирост ударного объема крови у гимнастов за восемь-девять лет систематических мышечных тренировок по сравнению с исходными данными составил  $44,2 \pm 2,4$  мл ( $P < 0,05$ ). У хоккеистов за восемь-девять лет систематических мышечных тренировок ударный объем крови увеличился на  $56,3 \pm 2,4$  мл ( $P < 0,05$ ). У детей, не занимающихся спортом, за аналогичный период естественного роста и развития прирост систолического выброса составил всего  $38,0 \pm 2,5$  мл ( $P < 0,05$ ).

Показатели минутного объема кровообращения у юных пловцов и лыжников – гонщиков в процессе всех восьми-деяти лет мышечных тренировок были достоверно выше в среднем на 1-2 л/мин по сравнению со значениями минутного объема кровообращения детей соответствующих возрастов, не занимающихся спортом ( $P < 0,05$ ). По мере повышения уровня тренированности пловцов и лыжников-гонщиков так же отмечалось достоверно увеличение показателей минутного объема кровообращения в среднем на 0,5-1,0 л/мин по сравнению со значениями минутного объема кровообращения спортсменов предыдущих тренировочных групп ( $P < 0,05$ ).

У хоккеистов достоверный прирост минутной производительности сердца по сравнению с показателями минутного объема кровообращения не спортсменов наблюдается на каждом этапе многолетней спортивной подготовки. По мере повышения уровня тренированности хоккеистов показатели минутного объема кровообращения от этапа к этапу спортивной подготовки достоверно увеличивались на втором-третьем, пятом-шестом и восьмом-девятом годах мышечных тренировок, т.е. наблюдается определенная тенденция прироста минутного объема кровообращения у хоккеистов через каждые два-три года мышечных тренировок. На других

этапах многолетней спортивной подготовки темпы прироста показателей минутного объема кровообращения у хоккеистов были несколько ниже.

У гимнастов, начиная со второго года мышечных тренировок, на всех последующих этапах спортивной подготовки показатели минутного объема кровообращения оказывались достоверно выше по сравнению со значениями минутной производительности сердца детей тех же возрастов, не занимающихся спортом. Однако, сравнивая показатели минутного объема кровообращения гимнастов, полученные на различных этапах спортивной подготовки, между собой, мы обнаружили достоверный прирост минутной производительности сердца гимнастов лишь на четвертом-пятом и восьмом-девятом годах мышечных тренировок. Это свидетельствует о том, что по мере повышения уровня тренированности гимнастов не на всех этапах многолетней спортивной подготовки наблюдается достоверный прирост минутного объема кровообращения.

Суммарный прирост минутного объема кровообращения у юных пловцов и лыжников-гонщиков за восемь-девять лет систематических мышечных тренировок составил соответственно  $3,7 \pm 0,25$  и  $4,0 \pm 0,24$  л/мин ( $P < 0,05$ ). У гимнастов суммарный прирост минутного объема кровообращения за восемь-девять лет систематических мышечных тренировок составил  $2,8 \pm 0,26$  л/мин ( $P < 0,05$ ). За аналогичный период мышечных тренировок у хоккеистов прирост показателей минутного объема кровообращения составил лишь  $2,2 \pm 0,22$  л/мин ( $P < 0,05$ ).

В 6-7 летнем возрасте разница в показателях сердечного индекса между юными пловцами, занимающимися мышечными тренировками в течение одного года, и не спортсменами составила  $1,1 \pm 0,07$  мин/м<sup>2</sup> ) ( $P < 0,05$ ). По мере повышения уровня тренированности разница между юными пловцами и не спортсменами в значениях сердечного индекса увеличивалась и на этапе спортивного совершенствования, она достигла  $1,4 \pm 0,07$  л/(мин/м<sup>2</sup> ) ( $P < 0,05$ ).

Между лыжниками-гонщиками, занимающимися мышечными тренировками в течение одного года, и не спортсменами того же возраста разница в показателях сердечного индекса в 9-10- летнем возрасте составила  $1,2 \pm 0,09$  л/(мин/м<sup>2</sup>) ( $P < 0,05$ ). Такая разница в пределах  $1,2 - 1,4$  л/(мин/м<sup>2</sup>) между лыжниками и не спортсменами сохранилась и в течение последующих семи-восьми лет мышечных тренировок. Следовательно, у лыжников- гонщиков на каждом этапе спортивной подготовки происходит достоверный прирост сердечного индекса примерно на  $1,2 - 1,4$  л/(мин/м<sup>2</sup>) по сравнению со значениями СИ детей тех же возрастов, не занимающихся спортом.

У юных хоккеистов, по мере повышения уровня тренированности, показатели сердечного индекса так же значительно увеличивались. Так, если на начальных этапах спортивной подготовки СИ у хоккеистов увеличивался по сравнению со значениями сердечного индекса не спортсменов на  $0,4 \pm 0,07$  л/(мин/м<sup>2</sup>), то на этапе спортивного мастерства разница в показателях сердечного индекса достигла до  $0,8 \pm 0,09$  л/(мин/м<sup>2</sup>).

У юных гимнастов на каждом этапе спортивной подготовки происходил достоверный прирост показателей сердечного индекса. При этом следует отметить, что по мере повышения уровня тренированности степень прироста сердечного индекса возрастала. Так, если на начальных этапах мышечной тренировки СИ гимнастов по сравнению с величиной сердечного индекса не спортсменов увеличивался в среднем на  $0,6-0,8$  л/(мин/м<sup>2</sup>), то на этапах спортивного мастерства он достиг  $1,3 \pm 0,07$  л/(мин/м<sup>2</sup>).

У юных пловцов за восемь-девять лет систематических мышечных тренировок суммарный прирост сердечного индекса составил  $3,0 \pm 0,09$  л/(мин/м<sup>2</sup>) ( $P < 0,05$ ). У лыжников – гонщиков за восемь-девять лет систематических мышечных тренировок СИ по сравнению с исходными данными увеличился на  $1,8 \pm 0,07$  л/(мин/м<sup>2</sup>). Примерно на таком же уровне оказался суммарный прирост показателей сердечного индекса у юных хоккеистов. Значительно высоким оказался суммарный прирост сердечного

индекса в процессе систематических мышечных тренировок у детей, занимающихся спортивной гимнастикой. За восемь-девять лет систематических мышечных тренировок у детей, занимающихся спортивной гимнастикой, суммарный прирост сердечного индекса составил  $2,7 \pm 0,07$  л/(мин/м<sup>2</sup>), что оказалось на  $0,9 \pm 0,05$  л/(мин/м<sup>2</sup>) больше по сравнению со значениями прироста сердечного индекса лыжников и хоккеистов за аналогичный период мышечных тренировок ( $P < 0,05$ ).

Вероятно, это объясняется тем, что для гимнастов несвойственны большие антропометрические показатели, и по нашим данным, ростовые и весовые характеристики гимнастов были гораздо ниже, чем у представителей других видов спорта. При этом показатели ударного объема крови гимнастов оказались на уровне значений систолического выброса лыжников и хоккеистов. Следовательно, производя перерасчет МОК на площадь поверхности тела значения сердечного индекса у гимнастов оказались значительно больше, чем значения сердечного индекса лыжников и хоккеистов.

Таким образом, вышеизложенное позволяет утверждать о том, что у детей, приступивших к мышечным тренировкам в 6-7- летнем возрасте, показатели насосной функции сердца претерпевают значительные изменения на начальных этапах спортивной подготовки, а в дальнейшем темпы их изменений существенно замедляются. У детей, приступивших к мышечным тренировкам в 9-10- летнем возрасте, показатели насосной функции сердца изменяются более равномерно на всех трех этапах спортивной подготовки. Следовательно, чем раньше дети приступают к систематическим мышечным тренировкам, тем в большей мере изменяются показатели насосной функции сердца. Вероятно, при приобщении детей к мышечным тренировкам на более ранних этапах постнатального развития происходит изменение на клеточном уровне, что способствует совершенствованию насосной функции сердца. Систематическая мышечная тренировка формирует структурно новую молекулярную основу миокарда, а последнее обеспечивает принципиального



иной уровень функционирования тренированного в процессе постнатального развития сердца (Р.А.Абзалов, 1985). Чем в более раннем возрасте дети приступают к систематическим физкультурным занятиям, тем быстрее происходит существенная перестройка механизмов регуляции (Н.И.Шлык, 1993). При сравнении между собой показателей насосной функции сердца юных спортсменов, занимающихся различными видами спорта, было установлено, что значительные изменения ЧСС, УОК, МОК и СИ в процессе многолетних мышечных тренировок происходят у юных пловцов. Видимо это объясняется тем, что у юных пловцов при мышечных тренировках, которые выполняются в горизонтальном положении тела в воде, отсутствует статическое напряжения в мышцах, что способствует улучшению венозного притока крови и уменьшению сопротивления к изгнанию крови в аорту и легочную артерию. Следовательно, создаются наилучшие условия для совершенствования насосной функции сердца юных пловцов.

#### **4. Особенности регуляции частоты сердечных сокращений и ударного объема крови растущего организма**

Регуляция частоты сердечных сокращений растущего организма изучалась многими исследователями (И.А.Аршавский, 1936, 1967, 1982; Р.А.Абзалов, 1971, 1987; Э.Адольф, 1971; Ф.Г.Ситдилов, 1974, 1984; Б.С.Кулаев, Л.И.Анциферова, 1981; Л.А.Александрова, 1982; Ф.Г.Ситдилов, В.Ф.Савин, 1987, 1988; Т.Л.Зефилов, 1999). При этом большинство авторов отмечают преобладание симпато-адреналового влияния в регуляции ЧСС в раннем возрасте (И.А.Аршавский, 1936, 1970; В.Д.Розанова, 1968, 1970; В.Ф.Савин, 1988).

Однако у исследователей нет единого мнения о становлении холинергических регуляторных влияний на хронотропную функцию сердца развивающегося организма (И.А.Аршавский, 1936, 1967; Э.Адольф, 1971; В.Ф.Савин, 1988). По мнению одних исследователей, введение атропина вызывает увеличение ЧСС на 12,4 % у плодов крыс (Е.В.Сюткина, 1985), что свидетельствует о проявлении парасимпатических влияний на хронотропную функцию сердца еще до рождения. В то же время в литературных источниках имеются данные, свидетельствующие о том, что в раннем постнатальном периоде жизни крыс реакции на атропин отсутствуют (Э.Адольф, 1971). Повышение холинергических влияний на ЧСС в течение первых двух недель жизни крысят показано в работе В.Ф.Савина (1988). Это согласуется с данными о том, что функциональное созревание внутрисердечных парасимпатических нейронов происходит в первые три недели постнатального развития (I.Slavikova et al., 1982).

По данным ряда исследователей у неполовозрелых крыс с 21- по 70-день постнатальной жизни наблюдается повышение холинергических влияний на ЧСС, что сопровождается снижением чувствительности и

повышением реактивности хронотропной функции сердца к экзогенному АХ (Л.А.Александрова, 1982; Р.А.Абзалов, 1987; В.Ф.Савин, 1988; Р.И.Гильмутдинова, 1991). В работе других исследователей так же отмечается повышение содержания АХ и снижение активности АХЭ в миокарде растущих крысят (В.Д.Розанова, 1968; И.М.Тригулов, 1970; Т.А.Аникина, 1990; И.Г.Хурамшин, 1998). Холинергическая иннервация сердца в постнатальном периоде развития достигает полного созревания к 2-2,5 месяцам, когда устанавливаются постоянные тонические влияния блуждающих нервов (Е.Н.Крохина, 1973).

По данным ряда авторов, регулирующее влияние симпатического и парасимпатического отделов вегетативной нервной системы отличаются сложными, неоднозначными взаимоотношениями (Д.И.Жемайтис, 1985; Б.Н.Манухин, 1979; Е.Масхолл, 1982; Е.Е.Никольский, 1990; Н.Д.Сергиенко, 1980; В.М.Смирнов, 1991; Л.П. Яшина, 1989 и др.)

Изучая вегетативный статус было установлено, что преобладая в раннем постнатальном онтогенезе дискоординация вегетативных и соматических показателей преобразуются к 12-16 годам, что по-видимому, отражает созревание системной организации физиологических функций (Ю.П. Пушкарев, А.В. Кочубеев, А.П. Герасимов, А.А.Артеменков, 1998).

Имеются работы свидетельствующие о гетерохронности становления экстракардиальных влияний на хроно- и инотропную функции сердца. Выключением центров симпатической иннервации блокадой бета-адренорецепторов пропранололом (Ф.Г.Ситдинов, 1974) показано, что существенное ослабление силы сердечных сокращений наблюдается лишь в третьей возрастной группе щенков. В то же время ЧСС уменьшается, начиная с первой возрастной группы. Следовательно, влияние симпатической нервной системы на сократительную функцию в процессе онтогенеза проявляется несколько позже, чем на хронотропную.

Экстракардиальная регуляция УОК и МОК в постнатальном онтогенезе крыс выявляется позднее, чем в регуляции частоты сердечбиений

(Р.Р.Нигматуллина, 1991). Р.А.Абзаловым (1985) и Р.И.Гильмутдиновой (1991) показано, что реакция УОК на экзогенные катехоламины у крысят в трехнедельном возрасте находится на уровне 65-67 % и снижается к 70-дневному возрасту до 51-57 %. Реакция на экзогенный АХ соответственно составила 45 % и 33 %. Следовательно, зависимость УОК и МОК от чувствительности адренергических и холинергических рецепторов сердца неполовозрелых крысят с возрастом уменьшается (Р.И.Гильмутдинова, 1991; И.Х.Вахитов, 1993; А.И.Зиатдинова, 1994; Э.Ш.Минибаев, 1996).

Известно, что введение  $\beta$ -адреноблокатора обзидана вызывает снижение УОК на 50 % у трехнедельных и на 30 % у 10-недельных крысят группы неограниченной двигательной активности (НДА) (Р.А.Абзалов, 1987). Этим же автором показано, что блокатор м-ХР сердца атропин вызвал увеличение УОК 3-недельных крысят на 45 %, а 10-недельных – на 27 %. Следовательно, по мере роста и развития организма неполовозрелых крысят зависимость УОК и МОК от адренергических и холинергических влияний ослабевает (Р.А.Абзалов, 1987). Следует отметить, что реакция МОК на введение  $\beta$ -адреноблокатора в 10-недельном возрасте (35 %) (Р.А.Абзалов, 1987) весьма близка к изменению инотропной реакции крыс 10-12-недельного возраста (32 %) в тех же условиях (Л.Н.Лобанок и др., 1982). Этими авторами показано, что симпатические влияния на хронотропную и инотропную функцию сердца крыс с возрастом уменьшаются. Таким образом, в онтогенезе просматривается определенная этапность в становлении механизмов регуляции показателей насосной функции сердца.

Значительное число работ посвящено изучению взаимоотношений холинергических и адренергических механизмов регуляции деятельности сердца в процессе адаптации к физическим нагрузкам (Г.Н.Кассиль и др., 1978; Р.А.Абзалов, 1985; В.Ф.Савин, 1987, 1988; Ф.Г.Ситдинов и др., 1987; Т.А.Аникина и др., 1990; Р.Р.Нигматуллина, 1991, 1999; Р.И.Гильмутдинова, Т.А.Аникина, 1995; D.S.Seals et al., 1994; C.Y. Chen et al., 1996; S.E.Di Carlo et al., 1997). При этом формирование брадикардии тренированности,

наступающее в процессе мышечных тренировок,, исследователи объясняют по разному.

По мнению одних исследователей (И.А.Аршавский, 1967; Б.С.Мусин, 1968; В.Д.Розанова и др., 1968; Г.А.Антонова, 1969), формирование брадикардии тренированности у развивающихся крыс происходит вследствие усиленного влияния блуждающего нерва на частоту сердечных сокращений в покое. Наряду с этим имеются факты о том, что в неполовозрелом организме крысят брадикардия тренированности обусловлена значительным снижением симпатических и некоторым повышением парасимпатических влияний на сердце (Р.А.Абзалов, 1985, 1987; А.И.Зиятдинова, 1994). Однако существует и противоположное представление, свидетельствующее о том, что формированию брадикардии тренированности растущих крыс предшествует уменьшение парасимпатических и усиление симпатических нервных влияний (В.Ф.Савин, 1988). И автор делает вывод о том, что участие экстракардиальных нервов в поддержании брадикардии тренированности является незначительным. Имеется так же мнение о том, что в процессе адаптации к мышечным нагрузкам влияние обоих отделов вегетативной нервной системы на сердце уменьшается. Уменьшение симпатического влияния выражено в меньшей мере, поэтому возникло относительное преобладание (но не увеличение) тонуса блуждающего нерва, которое и могло вызвать брадикардию (Ф.З.Меерсон, 1978).

K.Shin и др. (1995) считают, что мышечные тренировки вызывают рассогласование автономной регуляции: усиление вагусной активности и ослабление симпатического тонуса, которые могут обусловить брадикардию в покое.

Формирование брадикардии тренированности во взрослом организме исследователи объясняют относительным преобладанием влияния блуждающего нерва на сердце за счет понижения активности симпатического отдела вегетативной нервной системы (А.С.Чинкин, О.Д.Курмаев, 1970; И.А.Жданов, 1973; С.У.Chen, 1995). Установлено, что мышечная тренировка

вызывает уменьшение общего и относительного числа  $\beta$ -АР, что может быть причиной брадикардии (А.С.Чинкин, О.Д.Курмаев, 1970).Выполнение крысами низко интенсивных мышечных нагрузок приводит к брадикардии в покое за счет снижения  $\beta$ -адренергического тонуса (N.S.Gava et al., 1993).

У неполовозрелых крысят усиленная двигательная активность стимулирует созревание  $\beta$ -АР сердца и повышение их адреночувствительности. Наблюдается понижение чувствительности ХР к АХ (Р.А.Абзалов, 1984, 1987). В этих же работах отмечается, что зависимость УОК от экзогенных катехоламинов и АХ в связи с усилением двигательной активности уменьшается. Мышечные тренировки существенно влияют на концентрацию катехоламинов в миокарде (C.D.Schryver et al., 1967).

В работе Р.А.Абзалова (1985) и Р.И.Гильмутдиновой (1991) отмечается, что зависимость УОК от адренергической и холинергической систем в процессе роста организма в условиях мышечных тренировок и гипокинезии ослабевает. Однако у 70-дневных тренированных животных симпатические влияния на УОК выражены больше, чем у подверженных гипокинезии, а парасимпатические более выражены при гипокинезии, нежели при тренировке (Р.А.Абзалов, 1987).

Имеются также данные о том, что у 10-недельных тренированных животных симпатические влияния ниже, чем у подверженных гипокинезии, а парасимпатические находятся примерно на одном уровне. Гипокинезия задерживает процесс естественного снижения влияния адренергической системы на МОК неполовозрелого организма (Р.А.Абзалов, 1987). В работе Р.А.Абзалова и сотр. (1990) определялось влияние блокады М-ХР и  $\beta$ -АР на продолжительность выполнения предельных мышечных нагрузок перенесшими гипокинезию и тренированными 10-недельными животными. Показано, что наибольшей работоспособностью обладают тренированные крысы (452,9 мин), а при гипокинезии она значительно ниже (290,6 мин). У тренированных 10-недельных крыс роль симпатической регуляции при

обеспечении предельной мышечной работоспособности выражена больше, чем парасимпатической. Однако высокая предельная работоспособность крысят наблюдается лишь в условиях целостности экстракардиальных регуляторных аппаратов (Р.А.Абзалов и др., 1990).

В другом исследовании гипокинезия 10-12-недельных крыс осуществлялась в течение 15 суток, а тренировки плаванием проводились в течение трех месяцев (Л.М.Лобанок и др., 1982). Авторами показано, что произошло усиление симпатических и парасимпатических влияний на инотропную функцию сердца при тренировке и снижение – при гипокинезии животных. В тех же условиях у тренированных произошло усиление холинергических и значительное ослабление адренергических влияний на хронотропную функцию сердца, что является продолжением общей направленности этого процесса, установленного ранее у крыс с 21 по 70 день их жизни (Р.А.Абзалов, 1987). При гипокинезии наблюдалось снижение холинергических и повышение адренергических влияний на ЧСС (Л.М.Лобанок и др., 1982).

В литературных источниках имеются данные, что чем в более раннем возрасте дети приступают к систематическим физкультурным занятиям, тем быстрее происходит существенная перестройка механизмов регуляции (Н.И.Шлык, 1993).

У молодых спортсменов выявлен высокий инотропный ответ при  $\beta$ -адренергическом стимулировании, который вместе с физиологической гипертрофией и возросшим диастолическим заполнением может привести к большим величинам УОК во время выполнения мышечной нагрузки максимальной мощности (M.G.hopkins et al., 1996).

Обобщая вышеизложенное, можно отметить, что особенности проявления симпатических и парасимпатических регуляторных влияний на насосную функцию сердца развивающегося организма, подверженного различным режимам двигательной активности на более ранних этапах постнатального развития, остаются недостаточно исследованными.

## **4.1. ИЗМЕНЕНИЯ ЧСС, УОК И МОК КРЫСЯТ ПРИ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ МЫШЕЧНЫХ ТРЕНИРОВКАХ, НАЧАТЫХ НА БОЛЕЕ РАННИХ ЭТАПАХ ПОСТНАТАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ**

### **4.1.1. Изменения частоты сердечных сокращений у крыс, подверженных мышечным тренировкам с 14 до 70-дневного возраста**

Частота сердечных сокращений у крысят в 14-дневном возрасте составляла  $380,3 \pm 7,7$  уд/мин. В процессе естественного роста и развития крысят с 14- до 42-дневного возраста ЧСС увеличилась до  $483,3 \pm 9,58$  уд/мин, что оказалось на  $58,0 \pm 4,1$  уд/мин больше по сравнению с исходными данными ( $P < 0,05$ ). В процессе дальнейшего роста и развития крыс с 42 до 70-дневного возраста ЧСС животных существенно не изменилась.

У крысят, подверженных систематическим мышечным тренировкам течение 28 дней, т.е. с 14- до 42-дневного возраста, частота сердечных сокращений существенных изменений не претерпела по сравнению с исходными данными, сохраняясь на уровне  $377,4 \pm 7,7$  уд/мин, тогда как у крыс, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности, к 42-дневному возрасту частота сердечных сокращений увеличилась до  $483,3 \pm 9,58$  уд/мин. В процессе мышечных тренировок, организованных с 42- до 70-дневного возраста, частота сердечных сокращений у тренированных животных существенно не изменилась. Следовательно, мышечные тренировки крысят, начатые с 14-дневного возраста сдерживают естественное возрастное учащение частоты сердечных сокращений.



Таблица 5.

**Частота сердечных сокращений (уд/мин) у крыс, подверженных  
различным режимам двигательной активности**

Возраст	Кол-во животных	Неограниченная двигательная активность.	Мышечная тренировка
14 дн.	20	380,3 ±7,71	
42 дн.	19	438,3* ±9,58	377,4 ±7,72
70 дн.	55	427,2 ±8,04	358,5 ±5,38

\* - разница достоверна по сравнению со значениями предыдущей группы (P< 0,05).

#### **4.1.2. Изменения ударного объема крови у крыс, подверженных мышечным тренировкам с 14 до 70-дневного возраста**

Ударный объем крови крысят в 14-дневном возрасте составлял  $0,042 \pm 0,003$  мл. В процессе естественного роста и развития животных в режиме неограниченной двигательной активности от 14- до 42- дневного возраста ударный объем крови у крыс увеличился до  $0,109 \pm 0,012$  мл, что на  $0,067 \pm 0,007$  мл оказался больше по сравнению с исходными данными ( $P < 0,05$ ). В процессе дальнейшего содержания животных с 42 до 70-дневного возраста в режиме неограниченной двигательной активности ударный объем крови увеличился до  $0,234 \pm 0,011$  мл. Данная величина оказалась на  $0,125 \pm 0,018$  мл больше по сравнению с показателями УОК крыс, зарегистрированными в 42-дневном возрасте ( $P < 0,05$ ). Следовательно, у крыс, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности с 14- до 70-дневного возраста, ударный объем крови увеличивается. При этом темпы прироста систолического выброса крыс, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности, в возрастном диапазоне от 42- до 70- дневного возраста более выражены, чем в период от 14- до 42- днеаного возраста.

У крыс, подверженных систематическим мышечным тренировкам начиная с 14- дневного возраста, в 42-дневном возрасте ударный объем крови составил  $0,238 \pm 0,018$  мл. Данная величина на  $0,196 \pm 0,019$  мл больше по сравнению с исходными показателями систолического выброса ( $P < 0,05$ ). У тренированных крыс прирост ударного объема крови в возрастном диапазоне от 14- до 42- дневного возраста оказался на  $0,129 \pm 0,014$  мл больше по сравнению с темпами прироста УОК за аналогичный период у крыс, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности ( $P < 0,05$ ). В процессе последующих мышечных тренировок этих же крыс до 70-дневного возраста ударный объем крови увеличился по сравнению с 42-

дневным возрастом на  $0,089 \pm 0,012$  мл и достиг  $0,327 \pm 0,014$  мл ( $P < 0,05$ ). В 70-дневном возрасте показатели ударный объем крови крыс, подверженных мышечным тренировкам, оказались на  $0,093 \pm 0,014$  мл больше по сравнению со значениями систолического выброса крыс того же возраста, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности ( $P < 0,05$ ). Следует отметить, что у тренированных крыс темпы прироста УОК на этапах мышечных тренировок от 14- до 42- и от 42- до 70-дневного возраста выражены не одинаково. Так, если мышечные тренировки в возрастном диапазоне от 14 до 42-дневного возраста привели к приросту ударного объема крови у животных на  $0,196 \pm 0,019$  мл, то в процессе последующих мышечных тренировок от 42- до 70-дневного возраста ударный объем крови у крыс увеличился лишь на  $0,089 \pm 0,012$  мл ( $P < 0,05$ ). Следовательно, на первом этапе мышечных тренировок темпы прироста ударного объема крови у крыс выражены более значительно, чем в процессе мышечных тренировок на втором этапе.

Таким образом, можно отметить, что мышечные тренировки способствуют значительному приросту ударного объема крови крыс. При этом темпы прироста ударного объема крови у крыс, подверженных мышечным тренировкам начиная с 14-дневного возраста, значительно выражены на начальном этапе мышечных тренировок.

При анализе темпов прироста ударного объема крови крыс, подверженных мышечным тренировкам начиная с 21- и с 14-дневного возрастов, была выявлена определенная разница. По данным Р.А.Абзалова (1985) и Р.Р.Нигматуллиной (1999), мышечные тренировки крыс, начатые с 21-дневного возраста, к 42-дневному возрасту приводят к приросту систолического выброса на  $0,096 \pm 0,017$  мл ( $P < 0,05$ ). По нашим данным, мышечные тренировки, начатые с 14-дневного возраста, к 42-дням жизни крыс способствуют увеличению ударного объема крови на  $0,196 \pm 0,019$  мл ( $P < 0,05$ ). Данная величина оказалась в два раза больше по сравнению с показателями ударного объема крови крыс, подверженных мышечным

тренировкам начиная с 21-дневного возраста. Следовательно, возраст, в котором животные приобщаются к мышечным тренировкам, оказывает в дальнейшем значительное влияние на темпы прироста ударного объема крови.

Анализируя темпы еженедельного прироста ударного объема крови животных было выявлено, что у крыс, подверженных мышечным тренировкам начиная с 21-дневного возраста, еженедельный прирост ударного объема крови составляет примерно 0,032 мл, тогда как у крыс, подверженных мышечным тренировкам начиная с 14-дневного возраста, еженедельный прирост ударного объема крови составил 0,049 мл. Следовательно, мышечные тренировки, начатые на более ранних этапах развития крысят, способствуют более выраженному приросту ударного объема крови на начальном этапе тренировок, по сравнению с темпами прироста систолического выброса при мышечных тренировках начатых с 21-дневного возраста.

Однако в 70-дневном возрасте значения ударного объема крови крыс, подверженных мышечным тренировкам начиная с 14 и с 21 -дневного возрастов, существенно не отличались. При этом у крыс, подверженных мышечным тренировкам с 21-дневного возраста, еженедельный прирост систолического выброса в возрастном диапазоне от 42- до 70-дневного возраста составил 0,047 мл, тогда как у крыс, подверженных мышечным тренировкам с 14-дневного возраста, еженедельный прирост систолического выброса в возрастном диапазоне от 42 до 70-дневного возраста составлял лишь 0,022 мл. Следовательно, у крыс, подверженных мышечным тренировкам начиная с 14-дневного возраста, на начальном этапе тренировок, т.е. с 14- до 42-дневного возраста ударный объем крови значительно увеличивается. Однако в последующем, на втором этапе мышечных тренировок, (т.е. с 42 до 70-дневного возраста) темпы прироста ударного объема крови животных существенно замедляются. У крыс, подверженных мышечным тренировкам начиная с 21-дневного возраста,

темпы прироста ударного объема крови от 21- до 42- и от 42- до 70-дневного возрастов выражены примерно одинаковы. Следовательно, у крысят, подверженных мышечным тренировкам начиная с 14-дневного возраста, более выраженное увеличение ударного объема крови отмечается на начальном этапе систематических мышечных нагрузок. Тогда как у животных, подверженных систематическим физическим нагрузкам начиная с 21-дневного возраста, ударный объем крови равномерно увеличивается на обоих этапах мышечных тренировок.

Таблица 6

**Ударный объем крови (мл) крыс, подверженных различным  
двигательным режимам**

Возраст (дни)	Кол-во животных (п)	Неогранич. двигат актив.	Мышечн. тренировки
14 дн.	19	0,042 ±0,003	
42 дн.	18	0,109* ±0,012	0,238* ±0,018
70 дн.	54	0,234* ±0,011	0,327* ±0,014

\* - разница достоверна по сравнению со значениями предыдущей группы (P< 0,05).

### **4.1.3. Минутный объем кровообращения у крыс, подверженных мышечным тренировкам с 14 до 70-дневного возраста**

Минутный объем кровообращения у крысят в 14- дневном возрасте составляет  $15,9 \pm 2,8$  мл/мин. К 42-дневному возрасту у животных, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности, минутный объем кровообращения увеличился до  $47,7 \pm 4,9$  мл/мин, что на  $31,8 \pm 2,2$  мл/мин оказалось больше по сравнению с исходными данными ( $P < 0,05$ ). В процессе дальнейшего содержания животных с 42- до 70-дневного возраста в режиме неограниченной двигательной активности произошло увеличение МОК у животных до  $99,9 \pm 4,1$  мл/мин. Данная величина оказалась на  $52,2 \pm 2,4$  мл/мин больше, по сравнению с показателями МОК, зарегистрированными в 42-дневном возрасте ( $P < 0,05$ ). Следовательно, у крыс, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности с 14 до 70-дневного возраста, минутный объем кровообращения увеличивается на  $83,9 \pm 3,3$  мл/мин ( $P < 0,05$ ).

В процессе систематических мышечных тренировок с 14- до 42-дневного возраста минутный объем кровообращения у животных увеличился по сравнению с исходными данными на  $73,8 \pm 3,1$  мл/мин и достиг  $89,7 \pm 3,9$  мл/мин ( $P < 0,05$ ). У тренированных крыс минутный объем кровообращения в 42- дневном возрасте на  $42,0 \pm 2,7$  мл/мин оказался больше, по сравнению со значениями МОК крыс того же возраста, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности ( $P < 0,05$ ). В процессе последующих мышечных тренировок этих же крыс до 70-дневного возраста минутный объем кровообращения увеличился по сравнению с 42-дневным возрастом на  $27,3 \pm 3,3$  мл/мин и достиг  $117,0 \pm 6,1$  мл/мин ( $P < 0,05$ ). В 70-дневном возрасте у крыс, подверженных мышечным тренировкам, показатели МОК на  $17,1 \pm 2,4$  мл/мин оказались больше, по

сравнению со значениями МОК крыс того же возраста, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности ( $P < 0,05$ ). Следует также отметить, что у тренированных крыс темпы прироста минутного объема кровообращения от 14- до 42- и от 42- до 70-дневного возраста неодинаковы. Так, если мышечные тренировки в возрастном диапазоне от 14- до 42-дневного возраста привели к приросту МОК на 73,8 мл/мин, то в процессе последующих мышечных тренировок от 42 до 70-дневного возраста минутный объем кровообращения увеличился лишь на 27,3 мл/мин ( $P < 0,05$ ). Следовательно, на первом этапе мышечных тренировок темпы прироста минутного объема кровообращения у крыс выражены более значительно, чем на втором этапе тренировок.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что мышечные тренировки способствуют значительному приросту минутного объема кровообращения крыс. При анализе темпов прироста МОК крыс, подверженных мышечным тренировкам начиная с 21- и с 14-дневного возрастов была выявлена определенная разница. По данным Р.А. Абзалова (1985) и Р.Р. Нигматуллиной (1999), мышечные тренировки крыс, начатые с 21-дневного возраста, приводят к приросту минутного объема кровообращения к 42-дневному возрасту на 40,0 мл/мин ( $P < 0,05$ ). По нашим данным, мышечные тренировки начатые с 14- дневного возраста, к 42 дням жизни крыс приводят к увеличению минутного объема кровообращения на 73,8 мл/мин ( $P < 0,05$ ). Данная величина оказалась почти в два раза больше, чем показатели минутного объема кровообращения крыс, подверженных мышечным тренировкам начиная с 21-дневного возраста. Однако, сравнивая показатели МОК в 70-дневном возрасте, крыс, подверженных мышечным тренировкам, начиная с 14 и 21-дневного возрастов, мы существенной разницы не обнаружили. Следовательно, систематические физические тренировки крыс, начатые с 14-дневного возраста, вызывают значительные изменения показателей МОК на первом этапе мышечных тренировок. Однако, в процессе последующих мышечных тренировок этих же животных от 42 до

70-дневного возраста, темпы прироста МОК значительно замедляются. Тогда как, у животных, подверженных систематическим физическим нагрузкам, начиная с 21-дневного возраста, показатели минутного объема кровообращения увеличиваются равномерно на обоих этапах мышечных тренировок, т.е. от 21- до 42- и от 42- до 70-дневного возрастов.

Анализируя темпы еженедельного прироста минутного объема кровообращения мы выявили, что у крыс, подверженных мышечным тренировкам с 21- до 42-дневного возраста, еженедельный прирост МОК составляет примерно 13,3 мл/мин ( $P < 0,05$ ), тогда как у крыс, подверженных мышечным тренировкам с 14- до 42-дневного возраста, еженедельный прирост минутного объема кровообращения составил 18,4 мл/мин ( $P < 0,05$ ). Следовательно, мышечные тренировки, начатые на более ранних этапах развития крысят, способствуют более выраженному приросту минутного объема кровообращения по сравнению с темпами еженедельного прироста систолического выброса животных, подверженных мышечным тренировкам начиная с 21- дневного возраста.

Однако в 70-дневном возрасте значения минутного объема кровообращения крыс, подверженных мышечным тренировкам начиная с 21- и 14-дневного возрастов существенно не отличались. При этом если у крыс, подверженных мышечным тренировкам с 21-дневного возраста, еженедельный прирост систолического выброса в возрастном диапазоне от 42- до 70-дневного возраста составлял примерно 17,2 мл/мин, то у крыс, подверженных мышечным тренировкам с 14-дневного возраста, еженедельный прирост систолического выброса в возрастном диапазоне от 42- до 70-дневного возраста составлял лишь 6,8 мл/мин. Следовательно, у крыс, подверженных мышечным тренировкам с 14-дневного возраста, на начальном этапе минутный объем кровообращения значительно увеличивается, однако в последующем темпы прироста МОК существенно замедляются. В то же время, у крыс, подверженных систематическим физическим нагрузкам начиная с 21-дневного возраста, темпы прироста



минутного объема кровообращения выражены примерно одинаково на обоих этапах мышечных тренировок.

Таблица 7

**Минутный объем крови (мл/мин) у крыс, подверженных различным режимам двигательной активности**

Возраст (дни)	Кол-во животных	Неограничен. двигат. актив.	Мышечные тренировка
14 дн.	20	15,97 ±2,85	
42 дн.	19	47,74* ± 4,92	89,724* ± 3,97
70 дн.	105	99,94* ±4,19	117,06* ± 6,11

\*-разница достоверна по сравнению со значениями предыдущей группы (P<0,05).

## **5. ВЛИЯНИЕ БЛОКАДЫ АДРЕНО - И ХОЛИНОРЕЦЕПТОРОВ НА НАСОСНУЮ ФУНКЦИЮ СЕРДЦА КРЫСЯТ, ПОДВЕРЖЕННЫХ СИСТЕМАТИЧЕСКИМ МЫШЕЧНЫМ ТРЕНИРОВКАМ НА БОЛЕЕ РАННИХ ЭТАПАХ ПОСТНАТАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ**

### **Методика введения фармакологических блокаторов крысам и регистрации реограммы**

Для изучения симпатических влияний на насосную функцию сердца крыс в яремную вену через катетер вводили 0,1 % раствор обзидана в дозе 0,8 мл/100 г и проазин в концентрации  $1 \cdot 10^{-7}$  моль/л в дозе 0,17 мг/100 г массы тела. Для блокады парасимпатических влияний вводили 0,1 % раствор серно-кислого атропина. О выраженности симпатических и парасимпатических влияний на насосную функцию сердца крыс судили по сдвигам ЧСС, УОК и МОК после фармакологической блокады соответствующих рецепторов.

Введение обзидана блокирует  $\beta$ -АР, а введение проазина блокирует  $\alpha$ -АР, в результате чего происходит снижение хроно- и инотропной функции сердца. Введение атропина, как известно, снимает тормозящие влияния блуждающих нервов, и, как следствие, наступает увеличение УОК, ЧСС (Р.А.Абзалов, 1987) за счет связывания постсинаптических М-ХР. Дифференцированную реограмму регистрировали у наркотизированных этаминалом натрия (40 мг/кг) крыс при естественном дыхании с помощью прибора РПГ-204.

### **5.1. Изменения частоты сердечных сокращений у крыс, подверженных мышечным тренировкам с 14 до 70-дневного возраста, при воздействии адрено- и холиноблокаторов**

При введении обзидана у крыс происходило урежение частоты сердечных сокращений во всех исследованных нами группах. Частота сердечных сокращений у крысят 14-дневного возраста составляла  $380,3 \pm 7,7$  уд/мин. После введения обзидана ЧСС снизилась на  $128,9 \pm 10,0$  уд/мин, или на 33,8 % ( $P < 0,05$ ) (табл. 8.25.). На этом фоне воздействие  $\alpha$ -адреноблокатора привело к уменьшению ЧСС на  $40,4 \pm 12,1$  уд/мин, или 16,0 % ( $P < 0,05$ ). При введении атропина крысятам 14-дневного возраста ЧСС увеличилась на  $25,4 \pm 9,5$  уд/мин, или на 6,5 % ( $P < 0,05$ ).

В 42-дневном возрасте у крыс группы неограниченной двигательной активности реакция частоты сердечных сокращений на блокаду  $\beta$ -АР составила  $127,7 \pm 11,3$  уд/мин (29,1%) ( $P < 0,05$ ). На этом фоне введение  $\alpha$ -АР блокатора привело к снижению ЧСС на  $45,6 \pm 11,4$  уд/мин (14,6%) ( $P < 0,05$ ). При введении атропина этим же крысам частота сердечных сокращений увеличилась по сравнению с исходными данными на  $54,4 \pm 10,4$  уд/мин (12,1%) ( $P < 0,05$ ). Следовательно, к 42-дневному возрасту у крыс, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности, по сравнению с 14-дневным возрастом происходит снижение симпатических и одновременно увеличение парасимпатических влияний в регуляции хронотропной функции сердца. В процессе дальнейшего содержания этих же крыс в режиме неограниченной двигательной активности до 70-дневного возраста произошло дальнейшее снижение симпатических влияний в регуляции частоты сердечных сокращений до 26,3% и увеличение парасимпатических влияний до 21,6% по сравнению с реакцией ЧСС, зарегистрированной в 42-дневном возрасте.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что у крыс, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности, в процессе естественного роста и развития урежение частоты сердечных сокращений происходит за счет снижения симпатических влияний, реализуемых через  $\beta$  и  $\alpha$ -АР, а парасимпатическое влияние в регуляции ЧСС, реализуемое через М-ХР, возрастает. Следует также отметить, что с возрастом симпатическое и парасимпатическое влияние в регуляции ЧСС у крыс группы неограниченной двигательной активности претерпевают неодинаковые изменения. Так, если симпатическое влияние в регуляции хронотропной функции сердца наиболее существенное изменение претерпевает в возрастном диапазоне от 14 до 42-дневного возраста, то парасимпатическое влияние значительно изменяется в возрастном диапазоне от 42 до 70-дневного возраста. Таким образом, отмечается определенная гетерохронность в становлении экстракардиальных регуляторных механизмов в регуляции частоты сердечных сокращений крыс, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности.

Введение обзидана и прозаина крысам, подверженным с 14- до 42-недельного возраста мышечным тренировкам, вызвало урежение частоты сердечных сокращений по сравнению с исходными данными соответственно на  $83,7 \pm 9,7$  уд/мин (22,1%) и  $39,3 \pm 11,1$  уд/мин (14,0%) ( $P < 0,05$ ). При введении атропина этим же тренированным крысам произошло учащение сердцебиения на  $87,7 \pm 10,0$  уд/мин (22,7%) ( $P < 0,05$ ). Последующие мышечные тренировки плаванием этих же крыс с 42- до 70-дневного возраста привели к снижению реакции ЧСС на введение обзидана и прозаина. Так, при введении обзидана и прозаина у тренированных крыс в 70-дневном возрасте произошло снижение частоты сердечных сокращений соответственно на  $76,0 \pm 9,1$  уд/мин (21,1%) и  $30,2 \pm 10,6$  уд/мин (10,6%) ( $P < 0,05$ ). При введении атропина у 70-дневных крыс, подверженных мышечным тренировкам, частота сердечных сокращений увеличилась на  $105,8 \pm 11,4$  уд/мин (29,2%) ( $P < 0,05$ ). Данная реакция частоты сердечных

сокращений на введение  $\alpha$ ,  $\beta$ -АР и М-ХР блокаторов оказалась значительно ниже по сравнению с реакцией ЧСС зарегистрированной в 42-дневном возрасте.

Следовательно, в процессе систематических мышечных тренировок крыс с 14 до 70-дневного возраста урежение частоты сердечных сокращений связано с повышением активности блуждающего нерва при одновременном понижении активности симпатического влияния в регуляции хронотропной функции сердца. Следует также отметить, что в процессе мышечных тренировок у крыс симпатическое и парасимпатическое влияния в регуляции частоты сердечных сокращений претерпевают не одинаковые изменения. Так, если симпатическое влияние в регуляции частоты сердечных сокращений от 14- до 70-дневного возраста снижается по сравнению с исходными данными на 12,7%, то парасимпатическое влияние при этом возрастает на 22,7% ( $P < 0,05$ ). Данные изменения в регуляции частоты сердечных сокращений у тренированных крыс более выражены по сравнению с изменениями в регуляции хронотропной функции сердца крыс, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности. Более того, у тренированных крыс симпатическое влияние в регуляции частоты сердечных сокращений претерпевает более выраженное изменение в процессе мышечных тренировок в возрастном диапазоне от 14- до 42 - дневного возраста, чем в диапазоне от 42 до 70 дней.

По данным Р.А.Абзалова (1985) и Р.Р.Нигматуллиной (1999), у крыс, подверженных мышечным тренировкам начиная с 21-дневного возраста, реакция частоты сердечных сокращений на введение обзидана и атропина в 70-дневном возрасте составляет 31,2 % и 28,1% ( $P < 0,05$ ). По нашим данным, у 70-дневных крыс, подверженных мышечным тренировкам с 14-дневного возраста, реакция частоты сердечных сокращений на введение обзидана и атропина составляет 21,1% и 29,2 %. Исходя из этого можно сделать вывод о том, что мышечные тренировки, начатые на ранних этапах развития крыс,

приводят к более выраженному снижению симпатических влияний в регуляции частоты сердечных сокращений.

Таким образом, обобщая вышеизложенное, можно отметить вывод о том, что у тренированных крыс снижение симпатических и увеличение парасимпатических влияний на регуляцию частоты сердечных сокращений более выражены, чем у крыс, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности. Следует также отметить, что у крыс, подверженных мышечным тренировкам на более ранних этапах постнатального развития, наиболее выраженное снижение симпатических влияний и увеличение парасимпатических влияний на частоту сердечных сокращений отмечается в возрастном диапазоне от 14 до 42 дней, чем в диапазоне от 42 до 70 дней.

Таблица 8

**Частота сердечных сокращений у крыс, подверженных различным режимам двигательной активности, при воздействии адreno-и холиноблокаторов**

В о з р.	Реж двиг. актив. и колич жив.	Частота сердечных сокращений (уд/мин)							
		Реакция на введ.обзидана			Реакция на введ.прозаз.		Реакция на введ.атропина		
		Исх	После введ. обзид	Разн	После введ. праза зина	Разн	Исх	После введ. атро пин	Разн
14 дн		380,3 ± 7,71	251,4 ± 9,79	128,9* ± 10,08	211,0 ± 12,14	40,4 ± 12,17	388,3 ± 6,54	413,7 ± 10,11	25,4* ± 9,57
43 дн	НДА	438,3 ± 9,58	310,5 ± 10,29	127,8* ± 11,37	264,9 ± 12,15	45,6 ± 11,49	449,5 ± 8,82	503,9 ± 9,62	54,4* ± 10,47
	ТР	377,4 ± 7,72	293,7 ± 8,91	83,7* ± 9,79	239,7 ± 9,14	39,3 ± 11,17	385,4 ± 7,05	473,1 ± 9,94	87,7* ± 10,04
70 дн	НДА	427,2 ± 8,04	314,7 ± 9,90	112,4* ± 10,18	271,0 ± 8,97	43,7 ± 11,69	423,5 ± 7,05	515,0 ± 9,01	91,5* ± 10,87
	ТР	358,5 ± 5,38	282,5 ± 8,71	76,0* ± 9,11	252,3 ± 9,47	30,2 ± 10,61	362,9 ± 6,71	468,7 ± 10,57	105,8 ± 11,44 *

Примечание: \* -достоверность различий по сравнению с исходными показателями (P<0,05); п- количество животных

Таблица 9

**Реакция частоты сердечных сокращений (%) у крыс, подверженных различным режимам двигательной активности, при блокаде адрено -и холинорецепторов**

Возр. (дни)	Режимы двиг.актив ности и колич.живот.	Реакция частоты сердечных сокращений (%)		
		При введении обзидана	При введении пропазина	При введении атропина
14 дн.	НДА	33,8±2,3	16,0±2,4	6,5±1,8
42 дн.	НДА	29,1±2,6	14,6±2,3	12,1±2,2
	ТР	22,1±2,5	14,0±2,5	22,7±1,7
70 дн.	НДА	26,3±1,3	13,8±3,8	21,6±1,6
	ТР	21,1±2,4	10,6±2,3	29,2±1,8

\*-разница достоверна по сравнению со значениями предыдущей группы (P<0,05).



## **5.2. Изменения ударного объема крови(мл) у крыс, подверженных мышечным тренировкам с 14 до 70-дневного возраста, при воздействии адрено- и холиноблокаторов**

Ударный объем крови у крысят в 14-дневном возрасте составлял  $0,042 \pm 0,003$  мл. После введения обзидана и прозаина УОК по сравнению с исходными данными снизился соответственно на  $0,0078 \pm 0,004$  (18,5%) и  $0,008 \pm 0,001$  мл (26,6%) ( $P < 0,05$ ) (табл. 8.27). При введении атропина крысам 14-дневного возраста, ударный объем крови по сравнению с исходными данными увеличился на  $0,014 \pm 0,002$  мл (35,8 %) ( $P < 0,05$ ). В 42-дневном возрасте у крыс группы неограниченной двигательной активности реакция на введение обзидана и прозаина составила  $0,024 \pm 0,003$  (17,2%) и  $0,024 \pm 0,001$  мл (21,6%), а на введение атропина-  $0,033 \pm 0,011$  мл (23,5%). Следовательно, в возрастном диапазоне от 14- до 42-дневного возраста у крыс, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности, симпатическое и парасимпатическое влияния в регуляции ударного объема крови снижаются. При этом в регуляции ударного объема крови более существенно снижается парасимпатическое влияние. В 70-дневном возрасте реакция УОК на блокаду  $\beta$ -АР составила  $0,032 \pm 0,002$  мл (13,6 %)( $P < 0,05$ ). На этом фоне введение  $\alpha$ -адреноблокатора привело к снижению УОК на  $0,035 \pm 0,0035$  мл (17,3%) ( $P < 0,05$ ). При введении атропина крысам 70-дневного возраста группы неограниченной двигательной активности ударный объем крови увеличился на  $0,043 \pm 0,006$  мл (18,6%) ( $P < 0,05$ ). Следовательно, в процессе последующего содержания крыс в режиме неограниченной двигательной активности от 42- до 70-дневного возраста симпатическое и парасимпатическое влияния в регуляции ударного объема крови снижаются. При этом в регуляции ударного объема крови

парасимпатическое влияние снижается более выражено, чем симпатическое влияние.

Обобщая вышеизложенное, можно отметить, что в процессе содержания крыс с 14- до 70-дневного возраста в режиме неограниченной двигательной активности симпатическое влияние в регуляции ударного объема крови снижается, по сравнению с исходными данными на 1,9% ( $P < 0,05$ ). При этом снижение парасимпатического регуляторного влияния на ударный объем крови более выражено и составляет 20,0% ( $P < 0,05$ ).

У крыс, подверженных мышечным тренировкам начиная с 14-дневного возраста, реакция ударного объема крови на введение  $\beta$  и  $\alpha$  – адреноблокаторов в 42-дневном возрасте составила  $0,051 \pm 0,011$  мл (22,3 %) и  $0,046 \pm 0,002$  мл (24,5%) ( $P < 0,05$ ). Реакция ударного объема крови при введении М-холиноблокатора составила  $0,044 \pm 0,009$  мл (18,8%) ( $P < 0,05$ ). Следовательно, в процессе мышечных тренировок крысят с 14- до 42-дневного возраста происходит по сравнению с исходными данными некоторое увеличение симпатического и выраженное уменьшение парасимпатического влияния в регуляции ударного объема крови. В процессе последующих мышечных тренировок этих же крыс с 42- до 70-дневного возраста реакция ударного объема крови на введение обзидана и атропина снизилась. Так, в 70-дневном возрасте у тренированных крыс реакция УОК на введение обзидана и прозаина составила  $0,056 \pm 0,003$  мл (16,6%) и  $0,052 \pm 0,007$  мл (18,5%) ( $P < 0,05$ ). При введении атропина этим же крысам ударный объем крови увеличился по сравнению с исходными данными на  $0,053 \pm$  мл (15,8%) ( $P < 0,05$ ). Таким образом, у крыс, подверженных мышечным тренировкам, начиная с 14-дневного возраста, к 70 дням жизни происходит снижение симпатического влияния в регуляции ударного объема крови на 1,9% ( $P < 0,05$ ). При этом у тренированных крыс снижение парасимпатического влияния в регуляции ударного объема крови по сравнению с исходными данными более выражено и составляет 20,0% ( $P < 0,05$ ). Однако в 70-дневном возрасте симпатическое влияние в

регуляции ударного объема крови у тренированных крыс оказалось выше, чем у крыс того же возраста, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности.

По данным Р.А.Абзалова (1985) и Р.Р.Нигматуллиной (1999), у крыс, подверженных мышечным тренировкам начиная с 21-дневного возраста, реакция ударного объема крови на введение обзидана в 70-дневном возрасте составляет 12,7%. По нашим данным, у 70-дневных крыс, подверженных мышечным тренировкам начиная с 14-дневного возраста, реакция ударного объема крови на введение обзидана составляет 16,6%. Исходя из этого можно сделать вывод о том, что мышечные тренировки, начатые на более ранних этапах развития крыс, вызывают менее выраженное снижение симпатических влияний в регуляции ударного объема крови крыс.

Таким образом, обобщая вышеизложенное, можно утверждать, что выраженность снижения симпатических и парасимпатических влияний в регуляции ударного объема крови зависит от режима двигательной активности. У крыс, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности, симпатическое и парасимпатическое влияние к 70-дневному возрасту снижаются на 4,9% и 17,2% соответственно по сравнению с исходными данными ( $P<0,05$ ). У крыс, подверженных мышечным тренировкам, по сравнению с крысами группы неограниченной двигательной активности снижение экстракардиальных влияний в регуляции ударного объема крови менее выражено и составляет 1,9% и 20,0% ( $P<0,05$ ). При этом снижение симпатических влияний в регуляции ударного объема крови у тренированных крыс менее выражено в возрастном диапазоне от 14 до 42 - дневного возраста.

Следует также отметить, что мышечные тренировки, начатые с 14-дневного возраста, приводят к менее выраженному снижению симпатических и парасимпатических влияний на ударный объем крови по сравнению с мышечными тренировками, начатыми с 21-дневного возраста.

Таблица 10

**Ударный объем крови (мл) у крыс, подверженных различным режимам двигательной активности, при воздействии адрено- и холиноблокаторов**

В о з р	Реж. двиг. актив и кол. жив.	Ударный объем крови (мл)							
		Реакция на введ. обзидана			Реакция на введ. прозаина		Реакция на введ. атропина		
		Исх.	После введ. обзид	Разн.	После введ. прозас	Разн.	Исх.	После введ. атропи на	Разн.
14 дн	НДА (17)	0,042 ± 0,003	0,034* ± 0,002	0,008 ± 0,004	0,022 ± 0,004	0,008 ± 0,001	0,039 ± 0,004	0,053* ± 0,003	0,014 ± 0,002
42 дн	НДА (14)	0,139 ± 0,012	0,115* ± 0,015	0,024 ± 0,003	0,087 ± 0,016	0,024 ± 0,001	0,140 ± 0,014	0,173* ± 0,17	0,033 ± 0,011
	ТР (15)	0,228 ± 0,018	0,177* ± 0,014	0,051 ± 0,011	0,141 ± 0,012	0,046 ± 0,002	0,234 ± 0,014	0,278 * ± 0,017	0,044 ± 0,009
70 дн	НДА (16)	0,234 ± 0,011	0,202* ± 0,018	0,032 ± 0,002	0,167 ± 0,019	0,035 ± 0,003	0,231 ± 0,015	0,274 * ± 0,017	0,043 ± 0,006
	ТР (19)	0,337 ± 0,014	0,281* ± 0,017	0,056 ± 0,003	0,229 ± 0,013	0,052 ± 0,007	0,334 ± 0,016	0,387 * ± 0,017	0,053 ± 0,002

Примечание: \* - достоверность различий по сравнению с исходными показателями ( $P < 0,05$ ); п- количество животных.

**Реакция ударного объема крови (%) у крыс, подверженных различным режимам двигательной активности, при блокаде адрено- и холинорецепторов**

Возр. (дни)	Режимы двиг. активности и колич.живот.	Реакция ударного объема крови (%)		
		При введении обзидана	При введении прозаина	При введении атропина
14 дн.	НДА	18,5±3,3	26,6±4,8	35,8±3,4
42 дн.	НДА	17,2±2,9	21,6±4,4	23,5±2,1
	ТР	22,3±3,1	24,5±3,3	18,8±3,3
70 дн.	НДА	13,6±207	17,3±4,8	18,6±2,4
	ТР	16,6±108	18,5±6,7	15,8±2,1

\*-разница достоверна по сравнению со значениями предыдущей группы (P<0,05).

### **5.3. Изменения минутного объема крови (л/мин) у крыс, подверженных мышечным тренировкам с 14 до 70-дневного возраста, при воздействии адreno - и холиноблокаторов**

Минутный объем кровообращения у крысят в 14-дневном возрасте составлял  $15,9 \pm 2,3$  мл/мин. После введения обзидана и прозазина минутный объем кровообращения по сравнению с исходными данными снизился соответственно на  $10,4$  (65,3 %) и  $0,67 \pm 0,09$  мл/мин (13,9 %) ( $P < 0,05$ ). При введении атропина крысам 14-дневного возраста минутный объем кровообращения по сравнению с исходными данными увеличился на  $8,1 \pm 0,04$  мл/мин (50,7%) ( $P < 0,05$ ). В 42-дневном возрасте у крыс группы неограниченной двигательной активности реакция на введение обзидана и прозазина составила  $30,6 \pm 1,7$  (50,3%) и  $8,3 \pm 0,05$  мл/мин (29,70%), а на введение атропина-  $24,7 \pm 0,14$  мл/мин (39,25%). Следовательно, в возрастном диапазоне от 14- до 42-дневного возраста у крыс, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности, происходит снижение симпатического и парасимпатического влияния в регуляции минутного объема кровообращения по сравнению с исходными данными. При этом парасимпатическое регуляторное влияние на минутный объем кровообращения снижается более выражено, чем симпатическое влияние. В 70-дневном возрасте реакция минутного объема кровообращения у животных содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности на блокаду  $\beta$ -АР составила  $47,0 \pm 2,44$  мл/мин. (47,0%)( $P < 0,05$ ). На этом фоне введение  $\alpha$ -адrenoблокатора привело к снижению МОК на  $12,1 \pm 0,07$  мл/мин (23,0%) ( $P < 0,05$ ). При введении атропина крысам 70-дневного возраста группы неограниченной двигательной активности минутный объем кровообращения увеличился на  $55,5 \pm 0,77$  мл/мин (56,76%) ( $P < 0,05$ ). Следовательно, в процессе последующего содержания крыс в режиме неограниченной двигательной активности от 42- до 70-дневного

возраста симпатическое влияние в регуляции минутного объема кровообращения снижается, а парасимпатическое влияние несколько увеличивается по сравнению с реакцией МОК, зарегистрированной в 14-дневном возрасте. У крыс, подверженных мышечным тренировкам начиная с 14-дневного возраста, реакция минутного объема кровообращения на введение  $\beta$  и  $\alpha$ -адреноблокаторов в 42-дневном возрасте составила  $42,6 \pm 1,35$  мл/мин (49,6%) и  $18,2 \pm 0,04$  мл/мин (39,78%) ( $P < 0,05$ ). Реакция минутного объема кровообращения при введении М-холиноблокатора составила  $33,7 \pm 0,15$  мл/мин (37,42%) ( $P < 0,05$ ). Следовательно, в процессе мышечных тренировок крысят с 14- до 42-дневного возраста по сравнению с исходными данными происходит снижение симпатических и парасимпатических влияний на минутный объем кровообращения. В процессе последующих мышечных тренировок этих же крыс до 70-дневного возраста реакция минутного объема кровообращения на введение обзидана существенно не изменилась, а реакция МОК на введение атропина несколько увеличилась по сравнению с реакцией минутного объема кровообращения, зарегистрированной в 42-дневном возрасте. Так, в 70-дневном возрасте у тренированных крыс реакция минутного объема кровообращения на введение обзидана и прозаина составила  $47,0 \pm 1,9$  мл/мин (38,8%) и  $34,4 \pm 0,05$  мл/мин (46,4%) ( $P < 0,05$ ). При введении атропина этим же крысам МОК увеличился по сравнению с исходными данными на  $60,9 \pm 0,65$  мл/мин (50,3%) ( $P < 0,05$ ). Таким образом, у крыс, подверженных мышечным тренировкам начиная с 14-дневного возраста, к 70 дням жизни происходит снижение симпатических влияний на минутный объем кровообращения на 26,5% ( $P < 0,05$ ). При этом у тренированных крыс парасимпатические влияния на минутный объем кровообращения по сравнению с исходными данными существенных изменений не претерпевает. В 70-дневном возрасте снижение симпатических влияний на минутный объем кровообращения у тренированных крыс оказалось более выраженным, чем у крыс того же возраста группы неограниченной двигательной активности.

Таблица 12

**Минутный объем крови (л/мин) у крыс, подверженных различным режимам двигательной активности, при воздействии адрено- и холиноблокаторов**

В о з р	Реж двиг. актив и колич. живот	Минутный объем крови (л/мин)							
		Реакция на введ. обзидана			Реакция на введ. прозазина		Реакция на введ. атропина		
		Исх.	После введ. обзид.	Разн.	После введ. прозаз	Разн.	Исх.	Посл введ. атро пина	Разн.
14 дн	НДА	15,97 ± 2,34	5,57 ± 1,98	10,4 ± 1,54*	4,84 ± 2,15	0,67 ± 0,09	15,97 ± 2,11	24,07 ± 1,14	8,1 ± 0,04
42 дн	НДА	60,94 ± 3,33	30,27 ± 2,78	30,67 ± 1,77*	19,64 ± 2,11	8,30 ± 0,05	62,94 ± 3,24	87,65 ± 2,14	24,7* ± 0,14
	ТР	86,04 ± 4,11	43,36 ± 3,45	42,68 ± 1,35*	27,55 ± 2,14	18,20 ± 0,04	90,24 ± 4,57	124,0 ± 3,15	33,7* ± 0,15
70 дн	НДА	99,94 ± 4,19	52,53 ± 3,54	47,01* ± 2,44	40,43 ± 3,12	12,10 ± 0,07	97,81 ± 4,71	153,3 ± 4,35	55,5* ± 0,77
	ТР	121,1 ± 3,15	74,11 ± 2,45	47,03* ± 1,98	39,71 ± 1,44	34,40 ± 0,05	121,2 ± 3,78	182,2 ± 3,55	60,9* ± 0,65

Примечание: \* - достоверность различий в сравнении с исходными показателями ( $P < 0,05$ ) ; п- количество животных



**Реакция минутного объема кровообращения (%) у крыс, подверженных различным режимам двигательной активности, при блокаде адрено- и холинорецепторов**

Возр. (дни)	Режимы двиг. активности	Реакция минутного объема кровообращения (%)		
		При введении обзидана	При введении пропазина	При введении атропина
14 дн	НДА	65,3±3,3	13,9±4,8	50,1±3,4
42 дн	НДА	50,3±2,9	29,7±4,4	39,2±2,1
	ТР	49,6±3,1	39,7±3,3	37,4±3,3
70 дн	НДА	47,0±207	23,0±4,8	56,7±2,4
	ТР	38,8±108	46,4±6,7	50,3±2,1

\*-разница достоверна по сравнению со значениями предыдущей группы (P<0,05).

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Ежегодно большое количество детей приобщаются к систематическим занятиям мышечными тренировками. Систематические мышечные тренировки предъявляют определенные требования к растущему организму. В зависимости от вида спорта дети приступают к систематическим мышечным тренировкам в различных возрастах их индивидуального развития. Существуют официальные рекомендованные сроки приобщения детей к систематическим занятиям тем или иным видом спорта (А.Г.Дембо, 1988). Однако эти сроки далеко не всегда выдерживаются, поскольку сохраняется тенденция к омоложению спорта и, возможно, к более раннему началу занятий спортом. В связи с этим возникает множество медико-биологических проблем, основной из которых можно считать влияние систематических мышечных тренировок, организованных на более ранних этапах постнатального развития, на насосную функцию сердца детей. Для изучения показателей насосной функции сердца детей, приобщенных к систематическим мышечным тренировкам на разных этапах постнатального развития, нами были исследованы юные спортсмены занимающиеся в специализированных ДЮСШ: одни лыжными гонками, другие плаванием, третьи хоккеем с шайбой и четвертые спортивной гимнастикой. Дети к систематическим мышечным тренировкам в данных видах спорта приобщаются на различных этапах постнатального развития. При этом следует также отметить, что плавание, лыжные гонки, хоккей и гимнастика в значительной мере отличаются друг от друга разной направленностью тренировочного процесса.

Лыжная подготовка имеет оздоровительно-прикладное значение, и это обстоятельство способствует к привлечению большого количества людей к систематическим занятиям лыжным спортом. Не случайно в школьной программе значительное количество времени отведено лыжной подготовке, так как занятия лыжами носят универсальный характер и оказывают

комплексное воздействие на организм человека. К систематическим занятиям лыжным спортом дети приступают в 9-10- летнем возрасте. Лыжные гонки относятся к видам спорта, требующим преимущественного проявления выносливости. Лыжники-гонщики в большей мере выполняют упражнения циклического характера.

Плавание также имеет большое оздоровительно-прикладное значение. Занятия плаванием запланированы в школьной программе по физической культуре. Систематические занятия плаванием начинаются в 6-7 летнем возрасте. Плавание так же как, и лыжные гонки, относится к видам спорта, требующим преимущественного проявления выносливости. Однако к систематическим мышечным тренировкам плаванием дети приступают в более раннем возрасте, чем к тренировкам лыжными гонками. Следовательно, к видам спорта, требующим преимущественного проявления выносливости, дети приступают на различных этапах постнатального развития.

Систематические занятия спортивной гимнастикой так же, как и плаванием, начинаются в 6-7- летнем возрасте. Однако характер выполняемых физических упражнений гимнастов в значительной степени отличается от физических упражнений пловцов. Спортсмены, занимающиеся спортивной гимнастикой, выполняют разнообразные физические упражнения как динамического, так и статического характера. Статические и некоторые динамические упражнения силового характера выполняются с задержкой дыхания и натуживанием. Кроме того, занятия гимнастикой требуют проявления координационных способностей.

Спортивные игры характеризуются практически неограниченным разнообразием двигательных действий, непредсказуемостью и неожиданностью игровых ситуаций, соперничеством, высокой эмоциональностью. К систематическим занятиям хоккеем с шайбой дети приступают в 9-10- летнем возрасте. Занятия хоккеем с шайбой требуют

проявления скоростно-силовых качеств, для чего спортсмены выполняют упражнения различного характера.

Таким образом, можно отметить, что вышеперечисленные виды спорта в значительной мере отличаются друг от друга разной направленностью тренировочного процесса и сроками приобщения детей к систематическим мышечным тренировкам. В этой связи изучение показателей насосной функции сердца юных спортсменов, приобщенных к систематическим мышечным тренировкам на различных этапах постнатального развития и занимающихся разными видами спорта, является актуальной проблемой для возрастной физиологии и физиологии физических упражнений.

Изучение показателей насосной функции сердца юных спортсменов, приобщенных к систематическим мышечным тренировкам на различных этапах постнатального развития и специализирующихся в разных видах спорта, проводилось нами на этапах начальной подготовки, специальной подготовки и на этапе спортивного совершенствования. Продолжительность каждого этапа составляет примерно три года (В.Н.Платонов, 1986).

Полученные результаты свидетельствуют, что у юных пловцов, приступивших к мышечным тренировкам в 6-7- летнем возрасте, на начальном этапе спортивной подготовки частота сердечных сокращений уменьшилась с  $92,7 \pm 2,3$  до  $73,4 \pm 2,4$  уд/мин, т.е. урежение ЧСС по сравнению с исходными данными составило  $19,3 \pm 2,0$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). На специальном этапе спортивной подготовки у детей, систематически занимающихся плаванием, частота сердечных сокращений снизилась по сравнению с предыдущим этапом спортивной подготовки на  $11,9 \pm 2,0$  уд/мин, т.е. с  $73,4 \pm 2,4$  до  $61,5 \pm 1,8$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). На этапе спортивного совершенствования у юных спортсменов, систематически занимающихся плаванием, наблюдалась лишь тенденция к уменьшению частоты сердечных сокращений. Следовательно, у юных пловцов в процессе систематических мышечных тренировок частота сердечных сокращений в значительной степени урежается на этапе начальной подготовки.

У детей приступивших к мышечным тренировкам в 9-10 летнем возрасте и занимающихся лыжными гонками, на начальном этапе спортивной подготовки частота сердцебиения уменьшилась с  $88,7 \pm 2,0$  до  $74,9 \pm 1,7$  уд/мин, т.е. на  $13,8 \pm 1,3$  уд/мин по сравнению с исходными данными ( $P < 0,05$ ). Примерно на такую же величину ( $13,7 \pm 1,5$  уд/мин) уменьшилась частота сердечных сокращений у юных лыжников-гонщиков на этапе специальной подготовки, т.е. с  $74,9 \pm 1,7$  до  $61,1 \pm 1,7$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). На этапе спортивного совершенствования частота сердцебиения у юных лыжников-гонщиков существенных изменений не претерпела по сравнению с показателями ЧСС, зарегистрированными на этапе специальной подготовки. Следовательно, у детей, систематически занимающихся лыжными гонками, частота сердечных сокращений уменьшается на начальном и специальном этапах спортивной подготовки. При этом уменьшение частоты сердечных сокращений у юных лыжников-гонщиков на этапах начальной и специальной подготовки происходит более равномерно.

Обобщая вышеизложенное, можно утверждать, что у юных пловцов и лыжников-гонщиков частота сердечных сокращений в процессе систематических мышечных тренировок урежается. Однако у детей, приступивших к мышечным тренировкам в 6-7-летнем возрасте, значительное урежение частоты сердечных сокращений происходит на начальном этапе спортивной подготовки, а на этапе специальной подготовки урежение частоты сердечных сокращений у юных пловцов менее выражено. У детей, приобщенных к мышечным тренировкам в 9-10 летнем возрасте, урежение частоты сердечных сокращений наблюдается более равномерно на этапах начальной и специальной спортивной подготовки.

Недостаточное урежение частоты сердечных сокращений у юных пловцов и лыжников-гонщиков на этапе спортивного совершенствования, вероятно, объясняется тем, что на начальных этапах многолетней спортивной подготовки для развития общей выносливости пловцы и лыжники-гонщики в большей мере используют объемные нагрузки с умеренной

интенсивностью. Выполнение объемной нагрузки с относительно умеренной интенсивностью в большей мере способствует урежению частоты сердечных сокращений юных спортсменов. Следует также отметить, что на начальных этапах спортивной подготовки соревновательной практике большое внимание не уделяется, т.е. юные спортсмены участвуют в соревнованиях не так часто. Все это, на наш взгляд, в большей мере способствует значительному урежению частоты сердечных сокращений на начальном и специальном этапах спортивной подготовки. На этапе спортивного совершенствования, когда в тренировочный процесс юных пловцов и лыжников-гонщиков включается большое количество упражнений, направленных на выработку скоростной выносливости, и увеличивается доля соревновательной практики, темпы урежения частоты сердечных сокращений существенно замедляются. Очевидно, поэтому на этапе спортивного совершенствования у юных пловцов и лыжников-гонщиков наблюдается лишь тенденция к урежению частоты сердечных сокращений.

В отличие от юных пловцов и лыжников-гонщиков у детей, систематически занимающихся диаметрально противоположным видом спорта, т.е. спортивной гимнастикой на начальном этапе спортивной подготовки частота сердечных сокращений снизилась с  $92,6 \pm 2,3$  до  $83,0 \pm 2,7$  уд/мин, т.е. на  $9,6 \pm 2,4$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). На этапе специальной подготовки у юных гимнастов частоты сердечных сокращений уменьшилась с  $83,0 \pm 2,7$  до  $73,1 \pm 2,4$  уд/мин, т.е. на  $9,9 \pm 1,9$  уд/мин по сравнению с ЧСС зарегистрированной на предыдущем этапе мышечной тренировки ( $P < 0,05$ ). На этапе спортивного совершенствования у юных гимнастов по сравнению с показателями ЧСС полученными на этапе специальной подготовки частота сердечных сокращений существенных изменений не претерпела. Следовательно, у детей, систематически занимающихся гимнастикой, частота сердечных сокращений урежается примерно на 10 уд/мин на этапах начальной и специальной подготовки ( $P < 0,05$ ). Однако суммарное урежение частоты сердечных сокращений у юных гимнастов значительно меньше, чем

у детей, занимающихся плаванием и лыжными гонками. Менее выраженное снижение частоты сердечных сокращений у юных гимнастов, по сравнению с ЧСС пловцов и лыжников-гонщиков объясняется, вероятно характером выполняемых физических упражнений.

У детей, систематически занимающихся хоккеем с шайбой, на этапе начальной подготовки частота сердечных сокращений снизилась с  $88,4 \pm 2,5$  до  $78,3 \pm 2,7$  уд/мин, т.е. на  $10,1 \pm 2,1$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). На этапе специальной подготовки частота сердечных сокращений у юных хоккеистов уменьшилась по сравнению с предыдущим этапом мышечной тренировки на  $7,6 \pm 2,0$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). На этапе спортивного совершенствования урежение частоты сердечных сокращений у юных хоккеистов составило  $10,6 \pm 2,4$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). Следовательно, в процессе систематических занятий хоккеем с шайбой у юных спортсменов частота сердечных сокращений уменьшается на каждом этапе спортивной подготовки в среднем на 7-10 уд/мин ( $P < 0,05$ ).

Анализируя степень урежения частоты сердечных сокращений у детей, специализирующихся в разных видах спорта, мы установили, что у юных пловцов за восемь-девять лет систематических мышечных тренировок ЧСС уменьшилась по сравнению с исходными данными примерно на  $31,9 \pm 1,4$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). У лыжников-гонщиков за восемь-девять лет мышечных тренировок частота сердечных сокращений уменьшилась по сравнению с исходными данными примерно на  $29,1 \pm 1,7$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). У юных гимнастов за этот же период мышечных тренировок ЧСС снизилась по сравнению с исходными данными лишь на  $20,1 \pm 1,7$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). У юных спортсменов, систематически занимающихся хоккеем с шайбой в течение восьми-деяти лет урежение ЧСС по сравнению с исходными данными составило  $28,3 \pm 2,7$  уд/мин ( $P < 0,05$ ).

Следовательно, на урежение частоты сердечных сокращений юных спортсменов влияют возраст, в котором дети приобщаются к систематическим мышечным тренировкам, и направленность

тренировочного процесса. Наиболее выраженное урежение частоты сердечных сокращений отмечается у юных пловцов и лыжников-гонщиков. Наименьшее урежение частоты сердечных сокращений зафиксировано у юных гимнастов.

В процессе многолетних мышечных тренировок частота сердечных сокращений у юных пловцов и лыжников-гонщиков претерпевает более выраженное изменение, чем частота сердцебиения у юных гимнастов. Видимо, это объясняется тем, что юные пловцы и лыжники в большей мере выполняют упражнения циклического характера, которые, по мнению многих авторов, способствуют значительному урежению пульса (С.В.Хрущев с соавт., 1974; И.А.Аршавский, 1982; Р.А.Абзалов, 1971, 1985; Р.Е.Мотылянская, 1979; А.Г.Дембо, Э.В., Земцовский, 1989; О.И.Павлова, 1997; Р.Р.Абзалов, 1998; Л.Т.Фахрисламова, 1998; Р.Р.Нигматуллина, 1999, С.В.Морозова, 2001; Ю.С.Ванюшин, Ф.Г.Ситдилов, 2001 и др.).

Менее выраженное урежение ЧСС у юных гимнастов объясняется, вероятно содержанием тренировочного процесса: при подготовке юных гимнастов упражнения циклического характера используются мало.

На основании выше изложенного, можно утверждать, что при повышении уровня тренированности юных спортсменов не всегда проявляется уменьшение частоты сердечных сокращений в покое. Регулярные физические нагрузки динамического характера в большей мере способствуют урежению частоты сердцебиения. Что же касается регулярных физических нагрузок статического характера, то существенных изменений в показателях ЧСС юных спортсменов в состоянии покоя, у них не наблюдается.

Величины систолического объема крови у юных спортсменов в процессе многолетних мышечных тренировок исследованы крайне мало. На сегодня еще не решен вопрос о влиянии занятий спортом на величину ударного объема крови у юных спортсменов. В связи с этим мы провели исследования по изучению показателей ударного объема крови детей,



приобщенных к систематическим мышечным тренировкам на различных этапах постнатального развития и занимающихся разными видами спорта.

Ударный объем крови у юных пловцов на начальном этапе спортивной подготовки увеличился с  $28,4 \pm 3,0$  до  $57,9 \pm 2,3$  мл, т.е. на  $29,5 \pm 1,3$  мл ( $P < 0,05$ ). Примерно на такую же величину ( $32,0 \pm 1,7$  мл) увеличился ударный объем крови у юных пловцов на этапе специальной подготовки. Однако на этапе спортивного совершенствования прирост УОК у юных пловцов составил лишь  $13,9 \pm 1,4$  мл ( $P < 0,05$ ). Следовательно, у детей, приступивших к мышечным тренировкам в 6-7-летнем возрасте, т.е. у юных пловцов, значительный прирост ударного объема крови наблюдается на этапах начальной и специальной подготовки. Прирост ударного объема крови у юных пловцов на этапе спортивного совершенствования выражен меньше, чем на предыдущих этапах спортивной подготовки.

Ударный объем крови у юных лыжников-гонщиков на начальном этапе спортивной подготовки увеличился с  $32,1 \pm 2,5$  до  $69,1 \pm 2,5$  мл, т.е. на  $37,0 \pm 1,7$  мл по сравнению с исходными данными ( $P < 0,05$ ). На этапе специальной подготовки у детей систематически занимающихся лыжными гонками, ударный объем крови увеличился с  $69,1 \pm 2,5$  до  $91,1 \pm 2,1$  мл, т.е. на  $22,0 \pm 1,7$  мл ( $P < 0,05$ ). Примерно на такую же величину ( $23,1 \pm 1,5$  мл) увеличился ударный объем крови у юных лыжников на этапе спортивного совершенствования ( $P < 0,05$ ). Исходя из этого можно утверждать о том, что у детей, приступивших к мышечным тренировкам в 9-10 летнем возрасте, т.е. у юных лыжников-гонщиков, ударный объем крови увеличивается на всех трех этапах спортивной подготовки. При этом следует отметить, что у юных лыжников-гонщиков прирост ударного объема крови происходит более равномерно, чем у юных пловцов.

Таким образом, обобщая вышеизложенное, можно отметить, что у детей, приступивших к мышечным тренировкам на более ранних этапах постнатального развития, т.е. в 6-7-летнем возрасте, ударный объем крови существенно увеличивается на начальном и специальном этапах спортивной

подготовки. На этапе спортивного совершенствования прирост ударного объема крови у данных спортсменов менее выражен. У детей, приступивших к мышечным тренировкам в 9-10-летнем возрасте, ударный объем крови увеличивается более равномерно на этапах начальной, специальной подготовки и спортивного совершенствования, т.е. на всех трех этапах многолетней спортивной подготовки.

Суммарный прирост УОК у юных пловцов и лыжников-гонщиков в процессе многолетних мышечных тренировок составил соответственно  $75,4 \pm 2,2$  и  $82,1 \pm 2,5$  мл. У детей, не занимающихся спортом, в процессе естественного роста и развития к 16-17-летнему возрасту систолический выброс крови увеличился на  $42,0 \pm 1,7$  мл, что на 40 мл меньше по сравнению с показателями ударного объема крови юных спортсменов, занимающихся систематическими мышечными тренировками ( $P < 0,05$ ).

У юных гимнастов на начальном этапе спортивной подготовки ударный объем крови увеличился с  $27,7 \pm 2,5$  до  $39,6 \pm 3,5$  мл, т.е. на  $11,9 \pm 2,1$  мл по сравнению с исходными данными ( $P < 0,05$ ). На этапе специальной подготовки прирост УОК у юных гимнастов составил  $19,2 \pm 2,0$  мл ( $P < 0,05$ ). Ударный объем крови у юных гимнастов на этапе спортивного совершенствования увеличился по сравнению с показателями УОК, зарегистрированными на предыдущем этапе, на  $13,1 \pm 1,9$  мл ( $P < 0,05$ ). Суммарный прирост ударного объема крови у юных гимнастов за восемь-девять лет систематических мышечных тренировок составил  $44,2 \pm 2,4$  мл, что существенно не отличается от суммарного прироста ударного объема крови детей, не занимающихся спортом ( $P < 0,05$ ).

У юных хоккеистов на начальном этапе спортивной подготовки УОК увеличился с  $33,8 \pm 2,5$  до  $48,5 \pm 2,4$  мл, т.е. на  $14,7 \pm 2,4$  мл ( $P < 0,05$ ). На этапе специальной подготовки прирост систолического выброса составил  $19,7 \pm 2,4$  мл ( $P < 0,05$ ). На этапе спортивного совершенствования ударный объем крови у юных хоккеистов увеличился примерно на  $21,9 \pm 2,4$  мл ( $P < 0,05$ ). В процессе восьми-девяти лет систематических мышечных тренировок ударный объем

крови у юных хоккеистов увеличился примерно на  $56,3 \pm 2,4$  мл ( $P < 0,05$ ). У детей, не занимающихся спортом, в процессе естественного роста и развития прирост систолического выброса составил лишь  $38,0 \pm 2,5$  мл ( $P < 0,05$ ).

Следовательно, на темпы прирост ударного объема крови юных спортсменов влияет возраст, в котором дети приобщаются к мышечным тренировкам, и направленность тренировочного процесса. У детей, приобщенных к систематическим мышечным тренировкам на более ранних этапах постнатального развития, темпы прироста ударного объема крови значительно выражены на начальных этапах спортивной подготовки. В процессе систематических мышечных тренировок организованных с 9-10-летнего возраста, показатели УОК увеличиваются более равномерно на всех трех этапах спортивной подготовки. Следует также отметить, что наиболее выраженный суммарный прирост УОК у юных спортсменов отмечается при систематических занятиях видами спорта, требующими преимущественного проявления выносливости.

Сравнивая изменения частоты сердцебиения и ударного объема крови у юных спортсменов в процессе многолетней спортивной подготовки, можно отметить, что эти два показателя изменяются разнонаправленно: ЧСС урежается, а УОК увеличивается. В процессе систематических мышечных тренировок у юных спортсменов более выраженное изменение претерпевает ударный объем крови и несколько меньше - частота сердечных сокращений. При этом следует отметить, что наблюдается гетерохронность в изменениях частоты сердечных сокращений и ударного объема крови. Так, на начальном этапе мышечных тренировок у юных спортсменов более существенное изменение претерпевает ударный объем крови. На этапе специальной подготовки в значительной степени изменяется частота сердечных сокращений. На этапе спортивного совершенствования вновь более существенно изменяется ударный объем крови. Таким образом, установлена этапность изменений частоты сердечных сокращений и

ударного объема крови. На каждом этапе онтогенетического развития решаются свои стратегические задачи (В.Д.Сонькин 2000). Преобладая в раннем постнатальном онтогенезе дискоординация вегетативных показателей преобразуются к 12-16 годам что, по-видимому, отражает созревание системной организации физиологических функций (Ю.П. Пушкарев, 1998).

Минутный объем кровообращения у юных пловцов на начальном этапе спортивной подготовки увеличился по сравнению с исходными данными на  $1,8 \pm 0,23$  л/мин ( $P < 0,05$ ). На этапе специальной подготовки МОК у детей, систематически занимающихся плаванием, увеличился на  $1,2 \pm 0,14$  л/мин ( $P < 0,05$ ). На этапе спортивного совершенствования прирост МОК по сравнению с предыдущими этапами спортивной подготовки составил лишь  $0,7 \pm 0,13$  л/мин ( $P < 0,05$ ). Следовательно, у юных пловцов значительный прирост минутного объема кровообращения наблюдается на начальном и специальном этапах спортивной подготовки.

Минутный объем кровообращения у лыжников–гонщиков по мере повышения уровня тренированности также увеличивается. На начальном этапе спортивной подготовки минутный объем кровообращения у юных лыжников увеличился на  $2,1 \pm 0,17$  л/мин ( $P < 0,05$ ). На этапе специальной подготовки прирост МОК у юных лыжников по сравнению с предыдущим этапом составил лишь  $1,3 \pm 0,17$  л/мин ( $P < 0,05$ ). Прирост минутного объема кровообращения у юных лыжников на этапе спортивного совершенствования оказался еще ниже по сравнению с предыдущим этапом тренировки и составил  $0,6 \pm 0,11$  л/мин ( $P < 0,05$ ).

У юных гимнастов в процессе систематических мышечных тренировок на этапе начальной подготовки МОК увеличился по сравнению с исходными данными на  $0,7 \pm 0,19$  л/мин ( $P < 0,05$ ). На этапе специальной подготовки МОК у юных гимнастов увеличился на  $1,2 \pm 0,14$  л/мин ( $P < 0,05$ ). Прирост МОК на этапе спортивного совершенствования у юных гимнастов составил  $0,9 \pm 0,12$  л/мин ( $P < 0,05$ ).

У юных хоккеистов прирост минутной производительности сердца на начальном этапе спортивной подготовки составил  $0,9 \pm 0,09$  л/мин ( $P < 0,05$ ). Примерно на такую же величину МОК у юных хоккеистов увеличился на этапе специальной подготовки. На этапе спортивного совершенствования МОК у юных хоккеистов увеличился лишь на  $0,4 \pm 0,07$  л/мин по сравнению с предыдущим этапом спортивной подготовки ( $P < 0,05$ ).

Суммарный прирост минутного объема кровообращения у юных пловцов и лыжников-гонщиков в процессе многолетних мышечных тренировок составил соответственно  $3,7 \pm 0,25$  и  $4,0 \pm 0,24$  л/мин ( $P < 0,05$ ). У гимнастов суммарный прирост минутного объема кровообращения за восемь-девять лет мышечных тренировок составил  $2,8 \pm 0,26$  л/мин ( $P < 0,05$ ). За аналогичный период мышечных тренировок увеличение минутного объема кровообращения у юных хоккеистов составило лишь  $2,2 \pm 0,22$  л/мин ( $P < 0,05$ ). Таким образом, у юных гимнастов суммарный прирост минутного объема кровообращения оказался на  $0,6 \pm 0,09$  л/мин больше, чем у юных хоккеистов ( $P < 0,05$ ). Видимо, это объясняется тем, что у юных гимнастов высокими оказались величины частоты сердечных сокращений. Следовательно, показатели минутного объема кровообращения у гимнастов были достоверно выше, чем значения МОК у юных хоккеистов.

Сердечный индекс у юных пловцов на начальном этапе спортивной подготовки увеличился по сравнению с исходными данными на  $2,1 \pm 0,17$  л/(мин/м<sup>2</sup>) ( $P < 0,05$ ). На этапе специальной подготовки СИ увеличился на  $0,7 \pm 0,14$  л/(мин/м<sup>2</sup>) ( $P < 0,05$ ). На этапе спортивного совершенствования у детей, систематически занимающихся плаванием, СИ по сравнению с предыдущим этапом спортивной подготовки существенных изменений не претерпел.

У юных лыжников-гонщиков на этапе начальной подготовки СИ увеличился по сравнению с исходными данными на  $1,3 \pm 0,19$  л/(мин/м<sup>2</sup>) ( $P < 0,05$ ). На этапе специальной подготовки у юных лыжников-гонщиков достоверного прироста СИ по сравнению с предыдущим этапом тренировки

не произошло. На этапе спортивного совершенствования у юных лыжников-гонщиков также отмечалась лишь тенденция к приросту СИ по сравнению со значениями СИ, зарегистрированными на предыдущих этапах спортивной подготовки.

В процессе систематических занятий спортивной гимнастикой СИ у детей на начальном этапе спортивной подготовки увеличился на  $1,1 \pm 0,11$  л/(мин/м<sup>2</sup>) по сравнению с исходными данными ( $P < 0,05$ ). На этапе специальной подготовки прирост СИ у юных гимнастов составил  $1,0 \pm 0,14$  л/(мин/м<sup>2</sup>) ( $P < 0,05$ ). Сердечный индекс у юных гимнастов на этапе спортивного совершенствования достоверно увеличивался на  $0,6$  л/(мин/м<sup>2</sup>) по сравнению с предыдущим этапом спортивной подготовки ( $P < 0,05$ ). Следовательно, у детей, занимающихся спортивной гимнастикой, отмечается достоверный прирост СИ на всех трех этапах спортивной подготовки.

У юных хоккеистов на начальном этапе спортивной подготовки отмечалась лишь тенденция прироста СИ по сравнению с исходными данными. На этапе специальной подготовки СИ у юных хоккеистов увеличился на  $0,7 \pm 0,11$  л/(мин/м<sup>2</sup>) ( $P < 0,05$ ). Примерно на такую же величину СИ увеличился у юных хоккеистов на этапе спортивного совершенствования.

Суммарный прирост сердечного индекса у юных пловцов и лыжников-гонщиков в процессе многолетних мышечных тренировок составил соответственно  $3,0 \pm 0,17$  и  $1,8 \pm 0,19$  л/(мин/м<sup>2</sup>). Суммарный прирост СИ у хоккеистов за аналогичный период мышечной тренировки составил  $1,8 \pm 0,15$  л/(мин/м<sup>2</sup>) ( $P < 0,05$ ). Однако самый высокий суммарный прирост сердечного индекса оказался у детей, занимающихся спортивной гимнастикой. За восемь-девять лет систематических мышечных тренировок прирост СИ у гимнастов составил  $2,7 \pm 0,07$  л/(мин/м<sup>2</sup>). Данная величина на  $0,9 \pm 0,005$  л/(мин/м<sup>2</sup>) больше по сравнению со значениями сердечного индекса лыжников и хоккеистов ( $P < 0,05$ ). Это объясняется тем, что, по нашим данным, антропометрические показатели у юных гимнастов были гораздо ниже, чем у спортсменов, занимающихся лыжными гонками, а также

хоккеистов. При этом показатели МОК гимнастов находились на уровне значений МОК лыжников и хоккеистов. Следовательно, при перерасчете МОК на площадь поверхности тела значения сердечного индекса у гимнастов оказались значительно выше, чем показатели СИ юных лыжников-гонщиков и хоккеистов.

Таким образом, вышеизложенное позволяет утверждать о том, что у детей, приступивших к мышечным тренировкам в 6-7- летнем возрасте, показатели насосной функции сердца претерпевают значительные изменения на начальных этапах спортивной подготовки, а в дальнейшем темпы их изменений существенно замедляются. У детей, приступивших к мышечным тренировкам в 9-10- летнем возрасте, показатели насосной функции сердца изменяются более равномерно на всех трех этапах спортивной подготовки. Следовательно, чем раньше дети приступают к систематическим мышечным тренировкам, тем в большей мере изменяются показатели насосной функции сердца. Вероятно, при приобщении детей к мышечным тренировкам на более ранних этапах постнатального развития происходит изменение на клеточном уровне, что способствует совершенствованию насосной функции сердца. Систематическая мышечная тренировка формирует структурно новую молекулярную основу миокарда, а последнее обеспечивает принципиально иной уровень функционирования тренированного в процессе постнатального развития сердца (Р.А.Абзалов, 1985). Чем в более раннем возрасте дети приступают к систематическим физкультурным занятиям, тем быстрее происходит существенная перестройка механизмов регуляции (Н.И.Шлык, 1993). При сравнении между собой показателей насосной функции сердца юных спортсменов, занимающихся различными видами спорта, было установлено, что значительные изменения ЧСС, УОК, МОК и СИ в процессе многолетних мышечных тренировок происходят у юных пловцов. Видимо это объясняется тем, что у юных пловцов при мышечных тренировках, которые выполняются в горизонтальном положении тела в воде, отсутствует статическое напряжения в мышцах, что способствует

улучшению венозного притока крови и уменьшению сопротивления к изгнанию крови в аорту и легочную артерию. Следовательно, создаются наилучшие условия для совершенствования насосной функции сердца юных пловцов. У юных гимнастов значения СИ оказались значительно выше, чем у юных лыжников и хоккеистов. Очевидно, это объясняется тем, что для гимнастов несвойственны большие антропометрические показатели, и по нашим данным, росто-весовые характеристики гимнастов были гораздо ниже, чем у представителей других видов спорта. При этом показатели минутного объема кровообращения у юных гимнастов оказались на уровне значений систолического выброса лыжников и хоккеистов. Следовательно, анализируя показатели МОК с учетом площади поверхности тела значения сердечного индекса у гимнастов оказались значительно больше, чем значения сердечного индекса лыжников и хоккеистов.

Следует также отметить, что физические качества, тренируемые в различных видах спорта, определяют производительность насосной функции сердца у соответствующих спортсменов. Наибольшей производительностью насосной функции сердца обладают юные спортсмены, тренирующиеся на выносливость. Тренировка на выносливость в значительной мере сводится к тренировке сердечно-сосудистой системы как главного лимитирующего звена в системе транспорта кислорода. Напротив, юные спортсмены, тренирующиеся в скоростно-силовых и сложнокоординационных видах спорта, не обладают высокой производительностью насосной функции сердца. Функциональные возможности сердечно-сосудистой системы у таких спортсменов ниже, чем у тренирующихся на выносливость. Следовательно, на изменения показателей насосной функции сердца юных спортсменов влияет возраст, в котором дети приступили к систематическим мышечным тренировкам и характер выполняемых физических упражнений.



Механизмы регуляции насосной функции сердца большинством исследователей изучаются в условиях модельных опытов на животных. Значительное число исследований посвящено механизмам регуляции частоты сердечных сокращений в развивающемся организме (Adolf, 1967; И.А.Аршавский и сотр.1982; Ф.Г.Ситдилов и сотр.1984; Р.А.Абзалов и сотр, 1985; Б.С.Кулаев, Л.И.Анциферова, 1981; Т.Л.Зефилов 1999 и др). Механизмы регуляции ударного объема крови в развивающемся организме в условиях различных режимов двигательной активности, изучены в работах Р.А.Абзалова,1985;Р.Р.Нигматуллиной,1991,2001;Р.И. Гильмутдиновой,1991; И.Х.Вахитова,1993; А.И.Зиятдиновой, 1994; Н.В.Васенкова, 1995; И.Г.Хурамшина, 1998; Н.И.Абзалова, 2002; О.А.Тихоновой, 2003 и др. При этом остаются недостаточно изученными механизмы регуляции насосной функции сердца развивающегося организма при более раннем приобщении к систематическим мышечным тренировкам. Поэтому представляется важным исследование насосной функции сердца и механизмы ее регуляции в развивающемся организме при различных физиологических ситуациях в зависимости от возраста адаптированности к мышечным тренировкам.

В экспериментах использовали белых беспородных лабораторных крыс 14-, 42- и 70 -дневного возраста. Для определения ударного объема крови использовали метод тетраполярной грудной реографии (W.I. Kubicek et al., 1966) в модификации Р.А.Абзалова (1985) и А.М.Бадаквы (1989). Дифференцированную реограмму регистрировали у наркотизированных этиналом натрия (40 мг/кг) крыс при естественном дыхании с помощью прибора РПГ–204.

Мышечные тренировки крыс осуществляли по методике Р.А.Абзалова (1985), с некоторыми нашими добавлениями и уточнениями.

У крысят 14-дневного возраста частота сердечных сокращений составляла  $380,3 \pm 7,7$  уд/мин. В процессе содержания крысят в режиме неограниченной двигательной активности частота сердечных сокращений повышалась и к 42-дневному достигла  $438,3 \pm 9,5$  уд/мин, т.е. увеличилась

на  $58,0 \pm 4,1$  уд/мин ( $P < 0,05$ ). У крысят, подверженных систематическим мышечным тренировкам начиная с 14- дневного возраста, частота сердечных сокращений по сравнению с исходными данными к 42- дневному возрасту существенных изменений не претерпела, сохраняясь на уровне  $377,4 \pm 7,7$  уд/мин. В процессе последующих мышечных тренировок этих же крысят до 70- дневного возраста частота сердечных сокращений также существенно не изменилась. Таким образом, в процессе мышечных тренировок, начатых с 14- дневного возраста, к 42 дням жизни животных частота сердечных сокращений значительных изменений не претерпевает, тогда как у животных, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности произошло достоверное учащение частоты сердцебиения. Следовательно, систематические мышечные тренировки, начатые с 14- дневного возраста, в значительной степени сдерживают естественное возрастное учащение частоты сердцебиения.

У крысят, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности, ударный объем крови в период от 14- до 42-дневного возраста увеличился с  $0,042 \pm 0,003$  до  $0,109 \pm 0,012$  мл, т.е. на  $0,067 \pm 0,007$  мл ( $P < 0,05$ ). В процессе последующего содержания этих же крыс в режиме неограниченной двигательной активности от 42- до 70-дневного возраста ударный объем крови увеличился на  $0,125 \pm 0,018$  мл и достиг  $0,234 \pm 0,011$  мл ( $P < 0,05$ ). Следовательно, у крысят, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности, увеличение УОК более выражено в возрастном диапазоне от 42- до 70-дневного возраста, чем в период от 14 до 42 дней.

Мышечные тренировки крысят способствуют значительному приросту ударного объема крови. Однако темпы прироста ударного объема крови у крыс в процессе мышечных тренировок не одинаковы. Так, если мышечные тренировки крысят в возрастном диапазоне от 14- до 42-дневного возраста привели к приросту ударного объема крови с  $0,042 \pm 0,003$  до  $0,238 \pm 0,018$  мл, т.е. на  $0,196 \pm 0,019$  мл, то в процессе последующих мышечных тренировок

этих же животных от 42- до 70-дневного возраста УОК увеличился лишь на  $0,089 \pm 0,012$  мл ( $P < 0,05$ ). Следовательно, темпы прироста ударного объема крови у тренированных крыс от 14- до 42-дневного возраста более выражены, чем в возрасте от 42 до 70 дней.

Мышечные тренировки способствуют значительному приросту минутного объема кровообращения крыс. При этом темпы прироста МОК у крыс, подверженных систематическим мышечным тренировкам с 14-дневного возраста, более выражены в период до 42-дневного, чем в период от 42- до 70-дневного возраста. Следовательно, мышечные тренировки крыс, начатые с 14-дневного возраста, вызывают значительные изменения минутного объема кровообращения на начальных этапах тренировки. Однако в процессе последующих мышечных тренировок этих же животных темпы прироста минутного объема кровообращения значительно замедляются.

Таким образом, обобщая вышеизложенное, можно утверждать, что в условиях систематических мышечных тренировок крысят с 14- до 70-дневного возраста показатели насосной функции сердца значительные изменения претерпевают в возрастном диапазоне от 14 до 42 дней. Следовательно, мышечные тренировки, организованные на более ранних этапах постнатального развития крысят, способствуют более значительному изменению показателей насосной функции сердца на начальных этапах тренировок.

Для изучения симпатических влияний на насосную функцию сердца крыс в яремную вену через катетер вводили 0,1% раствор обзидана в дозе 0,8 мл/100 г и проазин в концентрации  $1 \cdot 10^{-7}$  моль/л в дозе 0,17 мг/100 г массы тела. Для блокады парасимпатических влияний вводили 0,1% раствор серно-кислого атропина. О выраженности симпатических и парасимпатических влияний на насосную функцию сердца крыс судили по

сдвигам ЧСС, УОК и МОК после фармакологической блокады соответствующих рецепторов.

У крысят, подверженных мышечным тренировкам начиная с 14-дневного возраста, введение обзидана вызвало урежение частоты сердечных сокращений в 42-дневном возрасте с  $377,4 \pm 7,7$  до  $293,7 \pm 8,9$  уд/мин, т.е. на  $83,7 \pm 9,7$  уд/мин (22,1%), а введение прозаина привело к снижению ЧСС еще на  $39,3 \pm 11,1$  уд/мин (14,0 %) ( $P < 0,05$ ). При введении атропина у этих же тренированных крыс произошло учащение сердцебиений на  $87,7 \pm 10,0$  уд/мин (22,7%) ( $P < 0,05$ ). Последующие мышечные тренировки плаванием этих же крыс с 42 до 70-дневного возраста привели к снижению реакции частоты сердечных сокращений на введение обзидана и прозаина. Так, при введении обзидана и прозаина у тренированных крыс в 70-дневном возрасте произошло снижение ЧСС соответственно на  $76,0 \pm 9,1$  уд/мин (21,1%) и  $30,2 \pm 10,6$  уд/мин (10,6%) ( $P < 0,05$ ). При введении атропина у 70-дневных крыс, подверженных мышечным тренировкам, частота сердечных сокращений увеличилась на  $105,8 \pm 11,4$  уд/мин (29,2%) ( $P < 0,05$ ). Данная реакция частоты сердечных сокращений на введение  $\alpha$ ,  $\beta$ -АР и М-ХР блокаторов оказалась значительно ниже по сравнению с реакцией ЧСС, зарегистрированной в 42-дневном возрасте. Следовательно, в процессе систематических мышечных тренировок крыс с 14- до 70-дневного возраста урежение ЧСС связано с повышением активности блуждающего нерва при одновременном понижении активности симпатических влияний в регуляции хронотропной функции сердца. Следует также отметить, что в процессе мышечных тренировок у крыс симпатическое и парасимпатическое влияния в регуляции частоты сердечных сокращений претерпевают не одинаковые изменения. Так, если симпатические влияния на частоту сердечных сокращений к 70-дневному возрасту снижаются по сравнению с исходными данными на 12,7%, то парасимпатические влияния при этом возрастают на 22,7% ( $P < 0,05$ ). Данные изменения в регуляции ЧСС у тренированных крыс более выражены по сравнению с изменениями в регуляции хронотропной

функции сердца крыс, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности. Следует также отметить, что у тренированных крыс в отличие от крыс, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности, симпатические влияния на частоту сердечных сокращений более выраженные изменения претерпевают в процессе мышечных тренировок в диапазоне от 14- до 42-дневного возраста. Так, если у тренированных крыс в возрастном диапазоне от 14- до 42- дневного возраста, симпатические влияния на ЧСС снижаются на 11,7%, то в диапазоне от 42 до 70 дней данное снижение составляет лишь 1,0% ( $P < 0,05$ ). Следовательно, существенное снижение симпатических и одновременное увеличение парасимпатических влияний на частоту сердечных сокращений у тренированных крысят происходит на начальном этапе мышечных тренировок.

У крысят, подверженных мышечным тренировкам с 14-дневного возраста, реакция ударного объема крови на введение  $\beta$  и  $\alpha$  – адреноблокаторов в 42-дневном возрасте составляла  $0,051 \pm 0,011$  мл (22,3%) и  $0,046 \pm 0,002$  мл (24,5%) ( $P < 0,05$ ). Реакция УОК при введении М-холиноблокатора составила  $0,044 \pm 0,009$  мл (18,8 %) ( $P < 0,05$ ). Следовательно, в процессе мышечных тренировок крысят с 14- до 42-дневного возраста происходит незначительное по сравнению с исходными данными снижение симпатических влияний на ударный объем крови. В процессе последующих мышечных тренировок этих же крыс с 42- до 70-дневного возраста реакция ударного объема крови на введение обзидана и атропина снизилась. Так, в 70-дневном возрасте у тренированных крыс реакция УОК на введение обзидана и прозаина составила  $0,056 \pm 0,003$  мл (16,6%) и  $0,052 \pm 0,007$  мл (18,5%) ( $P < 0,05$ ). При введении атропина этим же крысам ударный объем крови по сравнению с исходными данными увеличился на  $0,053 \pm 0,002$  мл (15,8%) ( $P < 0,05$ ). Следовательно, в процессе последующих мышечных тренировок крыс с 42- до 70- дневного возраста происходит снижение симпатических и парасимпатических влияний на ударный объем крови.

Таким образом, у крысят, подверженных мышечным тренировкам с 14-дневного возраста, симпатическое влияние в регуляции ударного объема крови к 42-дневному возрасту по сравнению с исходными данными существенно не изменяется. Однако в процессе последующих мышечных тренировок этих же крыс до 70-дневного возраста наблюдается снижение симпатических и парасимпатических влияний на ударный объем крови. Следует также отметить, что у тренированных крыс в 70-дневном возрасте симпатическое влияние в регуляции ударного объема крови оказалось выше, чем у крыс, содержащихся в режиме неограниченной двигательной активности. Таким образом, в регуляции ударного объема крови реализуемых через  $\beta$ -адрено и М-холинорецепторы у крысят, подверженных мышечным тренировкам с 14- до 70-дневного возраста, значительные изменения отмечаются до 42-дневного возраста.

Таким образом, обобщая вышеизложенное, можно утверждать, что у крысят, приобщенных к систематическим физическим нагрузкам на ранних этапах постнатального развития, более выраженное снижение симпатических и одновременное увеличение парасимпатических влияний на частоту сердечных сокращений наблюдается на начальном этапе мышечных тренировок. В регуляции ударного объема крови у тренированных к плавательным нагрузкам крысят, значительное снижение парасимпатических влияний, реализуемое через М-холинорецепторы, отмечается в 42-дневном возрасте.

Таким образом, нами;

- впервые установлено, что возраст детей, в котором они приступают к систематическим мышечным тренировкам, играет в дальнейшем важную роль в динамике развитии брадикардии и в степени увеличения ударного объема крови.

- впервые показано, что при мышечных тренировках крысят, начатых с 14-дневного возраста, изменения показателей насосной функции сердца, а также механизмы их регуляции являются более выраженными до 43-дневного возраста, а затем темпы их изменений значительно замедляются.

По результатам исследований можно сделать заключение о том, что:

1. Изменения показателей насосной функции сердца юных спортсменов зависит от возраста их приобщения к систематическим мышечным тренировкам.
2. Показатели насосной функции сердца и механизмы их регуляции у крысят, подверженных мышечным тренировкам на ранних этапах постнатального развития, наиболее выраженные изменения претерпевают в возрастном диапазоне от 14 до 42 дней.

#### Научно-практическая ценность

Полученные данные об особенностях изменений показателей насосной функции сердца юных спортсменов, приступивших к мышечным тренировкам в разных возрастах и специализирующихся в различных видах спорта, существенно дополняют представления о закономерностях становления показателей насосной функции сердца. Результаты исследований могут помочь в практической работе тренеров в корректировке и управлении процессом многолетней спортивной подготовки юных спортсменов.

Экспериментально организованные мышечные тренировки крысят на более ранних этапах постнатального развития позволили выявить и глубже

понять механизмы регуляции частоты сердечных сокращений и ударного объема крови.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы при чтении лекций по физиологии физических упражнений, общей и возрастной физиологии, а также теории физической культуры.

изучение зависимости показателей насосной функции сердца и механизмов ее регуляции в развивающемся организме от мышечных тренировок, начатых на различных этапах постнатального развития.

## **ВЫВОДЫ**

1. При систематических мышечных тренировках, начатых на ранних этапах постнатального развития крысят, показатели насосной функции сердца претерпевают значительные изменения в возрастном диапазоне от 14 до 42 дней, тогда как у животных, подверженных режиму неограниченной двигательной активности, показатели насосной функции сердца более выражено изменяются в период от 42 до 70-дней.
2. Систематические мышечные тренировки, начатые на ранних этапах постнатального развития крысят, оказывают значительные влияния на механизмы экстракардиальной регуляции насосной функции сердца: более выраженное снижение симпатических и одновременное увеличение парасимпатических влияний на частоту сердечных сокращений установлено на начальном этапе мышечных тренировок. В регуляции ударного объема крови у тренированных к плавательным нагрузкам крысят, происходит значительное снижение парасимпатических влияний, реализуемое через М-холинорецепторы, в 42-дневном возрасте.



## СОКРАЩЕНИЯ

**МОК**- минутный объем кровообращения

**УОК**- ударный объем крови

**ЧСС**- частота сердечных сокращений

**$\alpha$ 1-АР**-  $\alpha$ 1-адренорецепторы

**$\beta$ -АР**-  $\beta$ -адренорецепторы

**М-ХР**- М- холинорецепторы

**ТР**- крысята подверженные мышечным тренировкам

**НДА**- неограниченная двигательная активность

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абзалов Р.А. Влияние мышечной деятельности на содержание катехоламинов в миокарде растущего организма //Физиол. журн. СССР.- 1979.- Т. 65, № 8.- С. 281-284.
2. Абзалов Р.А. Движение и развивающее сердце.- М.: МГПИ им. В.И. Ленина, 1985.- 90 с.
3. Абзалов Р.А. Изучение некоторых функциональных особенностей детского сердца и его регуляторных механизмов в условиях различных двигательных режимов. Дисс ...канд. биол. наук.- Казань.- 1971.- 168 с.
4. Абзалов Р.А. Регуляция функций неполовозрелого организма при различных двигательных режимах. Автореф.дисс. ...док. биол. наук.- Казань. - 1987.- 311 с.
5. Абзалов Р.А., Нигматуллина Р.Р., Сабирова Л. Регуляция функции сердца неполовозрелого организма в условиях предельных мышечных нагрузок //Растущий организм в условиях мышечной деятельности.- Казань. - 1990.- С. 1-4.
6. Абзалов Р.А., Нигматуллина Р.Р., Хурамшин И.Г. Содержание ацетилхолина и активность холинэстераз в тканях у крыс, развивающихся в условиях различных двигательных режимов //Бюлл. exper. биол. и мед.- 1997.- Т. 124, № 12.- С. 625-628.
7. Абзалов Р.А., Ситдилов Ф.Г. Развивающееся сердце и двигательный режим.- Казань. - 1999.- 95 с.
8. Абзалов Р.А., Ситдикова Р.Р. Особенности регуляции ударного объема крови крысят, развивающихся в условиях гипокинезии и мышечной тренировки //Бюлл. exper. биол. и мед.- 1985.- Т.100, № 8.- С.172-174.
9. Абзалов Н.И. Особенности насосной функции сердца развивающегося организма в условиях блокады адренергических и холинергических влияний. Дис... канд. биол. наук. - Казань. - 2002.

- 10.Абросимова Л.И., Карасик В.Е. Возрастные особенности адаптации сердечно-сосудистой системы детей и подростков к физической нагрузке //Возрастная физиология сердечно-сосудистой системы.- Рига.- 1980.- С. 14-21.
11. Авакян О.М. Фармакологическая регуляция функций адренорецепторов.- М.: Медицина. - 1988.- 256 с.
- 12.Адольф Э. Развитие физиологических регуляций.- М.- 1971.- С. 26-37.
- 13.Александрова Л.А. Чувствительность и реактивность сердца крыс к экзогенным катехоламинам и ацетилхолину в онтогенезе и при адаптации к физическим нагрузкам. Дисс. ... канд. биол. наук.- Казань.- 1982.- 151 с.
- 14.Александрова Л.А., Ситдилов Ф.Г. Возможные механизмы брадикардии тренированности //Механизмы адаптивных реакций организма к физическим и умственным нагрузкам. – Казань.- 1982.- С. 13-24.
- 15.Алипов Н.Н. Механизмы положительных инотропных и хронотропных влияний блуждающих нервов на сердце. Автореф. дисс. ... канд. мед. наук.- М.: МГУ.- 1985.- С. 35 .
- 16.Амиров Л.Г., Серов Е.В., Латыпов Н.Ф. К методике определения времени восстановления сердечного ритма после функциональной пробы. В кн.: -Электроника и спорт-VI.- М.- 1981.- С.16.
- 17.Аникина Т.А. Функциональное состояние симпато-адреналовой и ацетилхолин-холинэстеразной систем крыс в онтогенезе и при физических нагрузках. Дисс. ... канд. биол. наук.- Казань, 1990.- 195 с.
- 18.Аникина Т.А., Хупения М.С. Возрастные особенности холинергической регуляции сердца при мышечной активности// Растущий организм в условиях мышечной деятельности.- Казань.- 1990.- С. 176- 180.

19. Антонова Г.А. Особенности и механизмы преобразования деятельности сердечно-сосудистой системы у млекопитающих в онтогенезе в зависимости от уровня деятельности скелетной мускулатуры. Автореф. дисс. ...канд.биол.наук.-М.- 1969.-20 с.
20. Аршавский И.А. Нервная регуляция сердечно-сосудистой системы в онтогенезе.-М.-Л.- 1936.- 75 с.
21. Аршавский И.А. Основы возрастной периодизации //Возрастная физиология.- Л.- 1975.- С. 5-67.
22. Аршавский И.А. Очерки по возрастной физиологии. М.: Медицина.- 1967.- 476 с.
23. Бирюкович А.А. Коэффициент «резервных» возможностей частоты сердцебиений как один из показателей возрастного развития функционально-адаптационных возможностей сердца //Сб.: Функциональные и адаптационные возможности детей и подростков.- М.- 1974.- С.70-72.
24. Бирюкович А.А. Коэффициент «резервных» возможностей частоты сердцебиений как один из показателей возрастного развития функционально-адаптационных возможностей сердца // Функциональные и адаптационные возможности детей и подростков.- М.- 1974.- С. 70-72.
25. Бутченко Л.А., Ведерников В.В., Светличная В.С. О генезе синусовой брадикардии //Теория и практика физической культуры. – 1986. - № 8. –С. 46-47.
26. Ванюшин Ю.С. Деятельность сердца и состояние симпатoadреналовой системы у мальчиков, занимающихся спортом. Дисс. ... канд. биол. наук.- Казань.- 1986.- 127 с.
27. Васенков Н.В. Ударный объем крови крысят при различных режимах двигательной активности //Растущий организм: Адаптация к физической и умственной нагрузке.- Казань.- 1996.- С. 21-22.

28. Васильева В.В. Сосудистые реакции у спортсменов. – М.-1971. –150 с.
29. Вахитов И.Х. Влияние двигательных режимов на функции сердца растущих крысят. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук.- Казань.- 1993.- 15 с.
- 30.Вахитов И.Х. Изменения ударного объема крови юных спортсменов в восстановительном периоде после выполнения Гарвардского степ-теста //Теор. и практ. ФК.- 1999.- № 8.- С. 30-32.
31. Вебер В.Р. Вегетативная регуляция центральной гемодинамики в активном онтогенезе // Физиол. человека. -1983. -Т.9, № 6. - С.939-941.
- 32.Волкова И.Н. О роли ацетилхолина в механизме развития торможения в центральной нервной системе. Дисс. ... докт.мед.наук.- Казань.-1955.-С. 688.
- 33.Генин А.М., Зингерман Л.С., Хейман Г.И. и др. О достоверности и эффективности контроля ударного и минутного выброса сердца реографическим методом Кубичека //Космическая биология и авиокосмическая медицина.- 1984.- Т.18, №3.-С.9-14.
- 34.Гильмутдинова Р.И. Влияние экзогенных норадреналина и ацетилхолина на сердце крысят, развивающихся при различных двигательных режимах. Дисс ... канд. биол. наук.- Казань.- 1991.-190 с.
- 35.Гильмутдинова Р.И., Аникина Т.А. Влияние физических нагрузок на холинергическую регуляцию сердца //Проблемы адаптации к мышечным нагрузкам.- Казань.- 1995.- С. 68.
- 36.Головченко С.Ф., Василик П.В. Исследование возрастных особенностей регулирования функции сердечно-сосудистой системы при мышечной деятельности методами математического моделирования. В кн.: -Двигательная активность и старение. К.- 1969.- С.198-209.

- 37.Гринене Э., Вайткавичюс В. и др. Возрастные особенности регуляции сердечного ритма у школьников 7-12 лет //Физиология человека.- 1982.-Т. 8, № 6.-С. 957-961.
38. Демин А.Н. Сравнительный физиологический анализ регуляции кровообращения в ортостатике у животных и человека: Автореф. дис. ...канд. биол. наук.-М.-1989.-20 с.
- 39.Жданов И.А. О механизме брадикардии тренированности. Автореф.дисс. ... канд. биол. наук.- Казань.- 1973.- 24 с.
- 40.Жданов И.А. О хронотропной реакции сердца на  $\beta$ -адреноблокатор и атропин у тренированных и нетренированных белых крыс //Физиол. журн. СССР.- 1973 а.- Т. 59, № 3.- С. 434-436.
- 41.Жемайтис Д.И. Ритмограмма как отражение особенностей регуляции ритма сердца// Ритм и сердце в норме и патологии.- Вильнюс.- 1970.- С.99-111.
- 42.Зефиоров Л.Н., Рахманкулова Т.М. Медиаторы: обмен, физиологическая роль и фармакология.- Казань: Изд-во ун-та.- 1975.- 250 с.
- 43.Зефиоров Т.Л. Нервная регуляция сердечного ритма крыс в постнатальном онтогенезе. Автореф. дисс. ... докт. мед. наук.- Казань, 1999.- С. 39.
- 44.Зефиоров Т.Л., Святова Н.В. Влияние стимуляции блуждающих нервов на сердечный ритм крыс при блокаде  $\beta$ -адренорецепторов обзиданом // Бюлл. exper. биол. и мед.- 1998.- № 12.- С. 612-614.
- 45.Зиятдинова А.И. Регуляция функции сердца крысят, развивающихся в условиях гипокинезии и мышечной тренировки. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук.- Казань.- 1994- С. 20.
- 46.Иоффе Л.А., Куколевский Г.М. Сердечная деятельность у спортсменов в условиях покоя //Сердце и спорт.- М.- 1968.- С. 6-37.
- 47.Калюжная Р.А. Физиология и патология сердечно-сосудистой системы детей и подростков.- М.- 1973.- 325 с.

- 48.Карпицкий В.В., Словеснов С.В., Рерих Р.А. Определение сердечного выброса у мелких лабораторных животных методом тетраполярной реографии //Патологическая физиология и экспериментальная терапия.- 1986.- вып. 1.- С. 74-77.
- 49.Карпман В.Л. Фазовый анализ сердечной деятельности.- М.: Медицина.- 1965.- 200 с.
- 50.Кассиль Г.Н., Вайсфельд И.Л., Матлина Э.Ш. и др. Гуморально-гормональные механизмы регуляции функции при спортивной деятельности.- М.: Наука.- 1978.- 304 с.
- 51.Каталымов Л.Л. Физиология возбудимых образований.- Ульяновск.- 1987.- С. 104.
52. Каталымов Л.Л., Сотников О.С. Физиология нейрона.- Ульяновск: УТПИ им. Ульянов.- 1990- С. 96.
- 53.Ковалев Г.В., Грачева С.В., Никитина С.А. и др. Возрастные особенности центральной гемодинамии у крыс в норме по данным реографического исследования //Физиология и патология кровообращения.- Чебоксары.- 1985.- С. 48-51.
54. Колчин С.П. О механизме возникновения брадикардии тренированности //Физиол. журн. СССР.- 1975.- Т. 6, № 5.- С. 758-762.
- 55.Комадел Л., Барта Э., Кокавец М. Физиологическое увеличение сердца.- Братислава.- 1968.- 283 с.
56. Косицкий Г.И. Аfferентные системы сердца.- М.: Медицина.- 1975.-207 с.
- 57.Косицкий Г.И. Экстракардиальная и интракардиальная нервная регуляция сердца //Вест. АМН СССР.- 1984.- № 4.- С. 29-32.
- 58.Косицкий Г.И., Червова И.А. Сердце как саморегулирующая система.- М.: Наука.- 1968.- 132 с.
- 59.Кошелев В.Б., Крушинский А.Л.,Ряпина Т.В. и др. Защитный эффект кратковременной гипоксической тренировки на развитие

- стрессорных повреждений у крыс линии км, генетически предрасположенных к аудиогенной эпилепсии //Матералы международной конф. - Казань. -1999. - С. 108-109.
- 60.Кошелев В.Б., Тарасова О.С., Сергеев В.И. и др. Структурный компонент сосудистого сопротивления при разных функциональных состояниях организма //Матер. XVII съезда физиологов России.- Ростов-на-Дону.- 1998.- С. 310-311.
- 61.Кулаев Б.С. Рефлексогенные зоны сердца и саморегуляция кровообращения.- Л.: Наука.- 1972.- 225 с.
- 62.Кулаев Б.С., Анциферова Л.И. Онтогенез вегетативной нервной системы //Физиология вегетативной нервной системы: Руководство по физиологии- Л.- 1981.- С. 495-511.
- 63.Курмаев О.Д. Механизмы нервной и гуморальной регуляции деятельности сердца.- Казань.- 1966.- 180 с.
- 64.Лобанок Л.М., Русяев Л.А., Кирилук А.П. Возрастные особенности функции сердца и механизмы ее регуляции при гипо- и гиперкинезии //Вест. АН БССР, серия биол.науки.-1982.-№ 6.-С. 86-91.
- 65.Марков В.Н., Ярыгин В.Н. Содержание моноаминов, м-холино-и бете-адренорецепция в краниальном шейном симпатическом ганглии в постнатальном онтогенезе десимпатизированных крыс //Бюлл. экспер. биол. и мед.- 1999.- Т. 127, № 4.- С. 371-373.
- 66.Марковская Г.И. Влияние спортивной тренировки на ударный и минутный объем сердца. Автореф. ... дис. канд. мед. наук.- М.- 1954.-19 с.
- 67.Марковская Г.И. Влияние спортивной тренировки на минутный и ударный объем сердца //Бюлл. экспер. биол. и мед.- 1955.- Т. 40, № 7.- С. 7-10.
- 68.Масхолл Е. Пресинаптические м-холинорецепторы и торможение высвобождения //Освобождение катехоламинов из адренергических нейронов.- М.: Медицина.- 1982.- С.82-104.



- 69.Махинько В.И., Никитин В.Н. Константы роста и функциональные периоды развития в постнатальной жизни белых крыс// Молекулярные и физиологические механизмы возрастного развития.- Киев: Наукова думка.- 1975.- С. 308-326.
- 70.Меерсон Ф.З. Адаптация сердца к большой нагрузке и сердечная недостаточность.- М.: Наука.- 1975.- 263 с.
- 71.Меерсон Ф.З., Капелько В.И., Шагинова С.И. Сократительные функции сердечной мышцы при адаптации к физической нагрузке // Кардиология.- 1973.- № 4.- С. 5-17.
72. Меерсон Ф.З., Чашина С.В. Влияние адаптации к физическим нагрузкам на сократительную функцию и массу левого желудочка сердца //Кардиология. – 1978. - № 9. – С. 111-118.
- 73.Миннибаев И.Ш., Абзалов Р.Р., Нигматуллина Р.Р. Ударный объем крови при блокаде  $\alpha 1$ -адренорецепторов //Совершенствование системы подготовки специалистов ФК и С.- Калининград.- 1995.- С. 59.
- 74.Миннибаев Э.Ш. Роль  $\alpha 1$ - и  $\beta$ -адренорецепторов в регуляции сердечного выброса растущего организма. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук.- Казань.- 1996.- С. 16.
- 75.Мотылянская Р.Е. Роль двигательной активности в развитии механизмов регуляции сердечно- сосудистой системы на разных этапах развития человека //Проблемы возрастной физиологии и патофизиологии сердечно-сосудистой системы. Материалы симпозиума. – М.- 1966. - С. 98-99.
- 76.Мустафин М.Г. Возрастные особенности вегетативных сдвигов при адаптации организма к мышечной деятельности разной интенсивности и длительности. Дисс. ... канд. биол. наук.- Казань.- 1984.- С. 193.

77. Нигматуллина Р.Р. Насосная функция сердца развивающегося организма и ее регуляция при мышечных тренировках: Автореф. дисс ... докт. биол. наук.- Казань.- 1999.- 40 с.
78. Нигматуллина Р.Р. Насосная функция сердца развивающегося организма и ее регуляция при мышечных тренировках. Дисс. докт. биол. наук.- Казань.- 1999.- 455 с.
79. Нигматуллина Р.Р. Регуляция сердечного выброса крыс развивающихся в условиях различных двигательных режимов. Дисс. ... канд. биол. наук.- Казань.- 1991.- С. 188.
80. Нигматуллина Р.Р. Частота сердечных сокращений у растущих крысят при мышечной тренировке и гипокинезии// Теоретические основы физической культуры.- Казань.- 1989.- С. 146-147.
81. Нигматуллина Р.Р., Абзалов Р.А., Ситдилов Ф.Г. Влияние блокады экстракардиальных нервов на минутный объем крови в постнатальном онтогенезе у крыс //Растущий организм в условиях мышечной деятельности.- Казань.- 1990.- С. 90-101.
82. Нигматуллина Р.Р., Ситдилов Ф.Г., Абзалов Р.А. Сердечный выброс в онтогенезе у крысят //Физиол. журн. СССР- 1988.-№ 7.-С. 965-969.
83. Никольский Е.Е. Пресинаптическая холинорецепция в нервно-мышечной синапсе. Научный доклад на соискание ученой степени доктора медицинских наук.- Казань.- 1990.- 60 с.
84. Ноздрачев А.Д. Физиология вегетативной нервной системы.- Л.: Медицина.- 1983.- 295 с.
85. Осадчий О.Е., Покровский В.М. Динамика хронотропного влияния блуждающего нерва при блокаде различных типов м-холинорецепторов //Бюлл.экспер. биол.и мед.- 1999.-№ 3- С. 252-255.
86. Полетаев Г.И. Значение гуморальных факторов в механизме передачи возбуждения с нерва на скелетную мышцу. Автореф. дисс. ... докт. мед. наук.- Казань.- 1974.- 29 с.

- 87.Пушкарь Ю.Т., Большов В.Н., Елизарова Н.А. и др. Определение сердечного выброса методом тетраполярной грудной реографии и его методологические возможности //Кардиология.- 1977.-№ 7.- С.85-90.
- 88.Пушкарь Ю.Т., Подгорный В.Ф., Хеймец Г.И. и др. Возможности и перспективы развития реографических методов для изучения системы кровообращения //Терапев.архив.- 1986.-Т.58, № 11.- С. 132-135.
- 89.Пушкарь Ю.Т., Цветков А.А., Хеймец Г.И. Автоматизированное определение минутного объема крови методом реографии //Бюлл. всесоюзн. кардиол. науч.центра АМН СССР.- 1980.- № 1.- С. 132-135.
- 90.Рахметов А.С. Возрастные изменения размеров кардиомиоцитов разных отделов сердца крыс //Морфология некоторых органов и тканей человека и млекопитающих.- Симферополь.- 1986.- Т. 109.- С. 96-99.
- 91.Розанова В.Д. Антонова Г.А. Активность холинэстераз крови и сердца крыс разного пола и возраста при мышечных нагрузках и гипокинезии //Физиол. журн. СССР.- 1978.-Т. 64, № 7.- С. 999-1003.
- 92.Розанова В.Д., Мусин Б.С. Развитие дыхательной и сердечно-сосудистой системы у крыс в онтогенезе в условиях тренировки // Физиол. журн. СССР.- 1968.-Т. 54, № 11.- С. 1327-1333.
- 93.Рябов К., Потапова Н. Возрастная адаптация сердца к физической тренировке. – Минск.- 1969. – 136 с.
- 94.Савин В.Ф. Статические показатели частоты сердечного ритма белых крыс разного возраста в процессе их адаптации к физическим нагрузкам //Двигательная активность и симпато-адреналовая система в онтогенезе.- Казань.- 1987.- С. 114-123.
- 95.Савин В.Ф. Экстра- и интракардиальные механизмы регуляции частоты сердечного ритма в постнатальном онтогенезе. Дисс. ...канд. биол. наук.- Казань.- 1988.- С. 192.

96. Святлова Н.В. Регуляция хронотропной функции сердца десимпатизированных крыс в постэмбриональном онтогенезе. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук.- Казань.- 1997.- С. 21.
97. Сергиенко Н.Д., Батурина Т.С., Логинова Г.А. Созревание холинергической и катехоламинергической систем в онтогенезе // Физиология, биохимия и биофизика возрастного развития. – Киев.- 1980.- С. 216-219.
98. Ситдигов Ф.Г. Механизмы и возрастные особенности адаптация сердца к длительному симпатическому воздействию. Дисс. ... докт. биол. наук.- Казань.- 1974.-312 с.
99. Ситдигов Ф.Г. Становление экстракардиальных влияний в онтогенезе собак //Журн. эвол. биох. и физиол.- 1981.- Т.27, № 6.- С. 569-572.
100. Ситдигов Ф.Г., Аникина Т.А., Гильмутдинова Р.И. Адренергические и холинергические факторы регуляции сердца в онтогенезе у крыс //Бюлл. exper. биол. и мед.-1998.-Т. 126.-С. 318-320.
101. Смирнов В.М. Парасимпатическое происхождение атропиновой и метациновой тахикардии //Кардиология. –1991. Т. 31, № 1.- С.5-7.
102. Суханов Л.Д., Синицын А.К. О косвенных методах определения минутного объема крови у детей //Педиатрия.-1966.-№ 6.-с.21-24.
103. Сюткина Е.В. Влияние блокады холинорецепторов и бета-адренорецепторов на вариабельность сердечного ритма плодов крысы //Вестн. АМН СССР.-1985.-№ 6.- С. 31-35.
104. Темкин И.Б. Физические упражнения и сердечно-сосудистая система. М. Высшая школа. -1967. -С.128.
105. Тесленко Ж.А. Исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы и физической работоспособности. В кн.: -Практические занятия по врачебному контролю. М.Физкультура и спорт. -1976.- С.33-57.

106. Тихонова О.А. Особенности насосной функции сердца крвсят при переходе от гипокинезии к другим двигательным режимам. Дис... канд. биол. наук- Казань.- 2003.
107. Тригулов М.И. Особенности физиологии постнатального развития при различных видах двигательной активности животных. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук.- М.: 1970.- С. 18.
108. Тупицин И.О. Развитие системы кровообращения //Физиолгия и развитие ребенка: теоретические и прикладные аспекты.-М. 2000.- С. 148.
109. Удельнов М.Г. Физиология сердца.- М.: Изд-во МГУ, 1975.- 303 с.
110. Фарбер В.С. Двигательные способности //Теория и практика физической культуры.-1977.- № 12.- С. 27-30.
111. Фарфель В.С. Двигательные способности //Теория и практика физической культуры. – 1977. - № 12. – С. 27-30.
112. Фарфель В.С. Дискуссия о кртериях тренированности //Теория и практика физической культуры. – 1972. - № 1. – С. 69-72.
113. Фарфель В.С. Физиология спорта.-М., Физкульт. и спорт.- 1960.- 384 с.
114. Фомин Н.А., Вавилов Ю.Н. Физиологические основы двигательной активности.- М.: Физкультура и спорт.-224 с.
115. Фролькис В.В., Автономов Ю.Г., Головченко С.Ф., Кифиренко С.И. Использование методов математического моделирования для оценки возрастных особенностей реакции сердечно-сосудистой системы на мышечную нагрузку. В кн.: -Цивилизация, спорт и сердце. М. Физкультура и спорт. -1968. - С.88.
116. Хрущев С.В. Влияние систематических занятий спортом на сердечно-сосудистую систему детей и подростков //Детская спортивная медицина.- 1980.-С. 66-91.

117. Хрущев С.В. Характер мышечной деятельности и объем сердца у спортсменов //Сердце и двигательная активность человека.- М.- 1971.-С. 11-15.
118. Хрущев С.В., Иваницкая И.Н., Поляков С.Д., Савельев Б.П., Швецова А.А., Шмакова С.Г. Морфо- функциональные взаимоотношения сердца у подростков, занимающихся видами спорта, развивающими преимущественно выносливость. Медицинские проблемы физической культуры. – 1974 – С. 95-100.
119. Хурамшин И.Г. Концентрация ацетилхолина и активность ацетилхолинэстеразы сердца растущих гипокинезированных крыс после выполнения физических нагрузок различной мощности. Автореф. дисс. ...канд.биол.наук.-Казань.- 1998.-21 с.
120. Чашина З.В. Влияние адаптации к физическим нагрузкам на возрастную динамику массы и сократительную функцию левого желудочка сердца человека: Автореф. дисс. ... канд. мед. наук. - Красноярск.- 1981.- 24 с.
121. Чинкин А.С. Двигательная активность и сердце.- Казань: Изд-во КГУ.- 1995.- 192 с.
122. Чинкин А.С. Особенности регуляций сердца при различных уровнях мышечной активности //Физиол. журн. СССР.- 1976.- Т. 62.- С. 1393-1395.
123. Чинкин А.С., Курмаев О.Д. О происхождении и механизме брадикардии тренированности //Физиол. журн. СССР.-1970.-Т.61, №6.-С.916-920.
124. Шабунин Р.А. Адаптация сердца к систематическим нагрузкам на основных этапах онтогенеза //Возрастные особенности регуляции и адаптации сердца. – Казань.- 1992. – С. 86-88.
125. Швалев В.Н., Сосунов А.А., Гуски Г. Морфологические основы иннервации сердца.- М.: Наука. 1992.- 338 с.

126. Шлык Н.И. Особенности механизмов регуляции системы кровообращения у детей в покое.
127. Шлык Н.И. Сердечный ритм и центральная гемодинамика при физической активности у детей.- Казань.- 1992.- 58 с.
128. Шлык Н.И., Коробейникова Т.В., Гуштурова Н.В. и др. Ритм сердца и центральная гемодинамика у детей при различной физической активности //Усп. физиол. наук.- 1995.3 1.- С. 123.
129. Шлык Н.И. Сердечный ритм и центральная гемодинамика при физической активности у детей.- Ижевск: Филиал изд. Нижегородского университета.- 1991. – 418 с.
130. Шхвацабая Ю.К., Ситников В.А., Юренов А.И. Эхокардиография как метод оценки деятельности сердца юных спортсменов// Теор. и. практ. физ.культ.-1979.-№ 5.- С.17-19.
131. Яшина Л.П. Взаимодействие парасимпатического и симпатического отделов вегетативной нервной системы в хронотропной регуляции деятельности сердца. Автореф. дисс. ... канд. биол. наук.- М.-1989. – 18 с.
132. Adamopoulos S, Parissis JT, Kremastinos DT. New aspects for the role of physical training in the management of patients with chronic heart failure. Int J Cardiol. 2003 Jul; 90(1): 1-14.
133. Adamopoulos Stamatis, John T. Parissis, Dimitrios Karatzas, Christos Kroupis, George Karavolias, Katerina Koniavitou, Spilios Karas, Dimitrios Kremastinos. Physical Training-Induced Reduction of Peripheral Monocyte-Related Inflammatory Markers Is Associated With Improvement in Endothelial Function of Chronic Heart Failure Patients. J. Amer. Coll. Cardiol, 2003, Vol. 41, Issue 6, Suppl. A
134. Ades PA, Savage PD, Elaine Cress M, Brochu M, Melinda Lee N, Poehlman ET. Resistance training on physical performance in disabled older female cardiac patients. Med Sci Sports Exerc. 2003 Aug; 35(8):1265-70.

135. Ahlborg G., Juhlin D.A. Effect of P-receptor blockade on splanchnic and muscle metabolism during prolonged exercise in men// J. Appl. Physiol.-1994.- v. 76.- № 3.- P. 1037- 1042.
136. Albillos A., Lledo J.L., Banares R. et al. Hemodynamic effects of  $\alpha$ -adrenergic blockade with prazosin in cirrhotic patients with portal hypertension // Hepatology. -1994. - v. 20.-№ 3. - P. 61.
137. Allen JD, Geaghan JP, Greenway F, Welsch MA. Time course of improved flow-mediated dilation after short-term exercise training. Med Sci Sports Exerc. 2003 May; 35(5):847-53. AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. *ACSM's Resource Guidelines for Exercise Testing and Prescription*. Baltimore, MD: Williams and Wilkins, 1995.
138. Anastasakis A., Kotsiopolou C., Rigopoulos A., Theopistou A., Panagiotakos D., Sevdalis E., Stefanadis C., Toutouzas P. Overlapping in the cardiopulmonary exercise testing parameters of male patients with hypertrophic cardiomyopathy and male strength athletes. Eur. Heart. J. Vol 24, 2003, p. 558.
139. Andersen K., Jonsdottir S., Sigurdsson A., Sigurdsson SB. A randomized study of the effects of physical training in chronic heart failure. Eur. Heart. J. Vol 24, 2003, p. 184.
140. Aubert AE, Beckers F, Ramaekers D. Short-term heart rate variability in young athletes. J Cardiol. 2001; 37 Suppl 1:85-8.
141. Baker D.G., Don H.F., Brown J.K. Q-adrenergic and muscarinic cholinergic inhibition of Ach release in guinea pig trachea: role of neuronal K<sup>+</sup> channels// Am. J. Physiol.-1994.- v. 266 ( 6 Pt 1).- L. 698-704.
142. Bedawi K.M., Hainsworth R. Combined head-up tilt and lower bdy suction: a test of orthostatic tolerance//Clin.Auton/Res.-1994.-v.4.-№1-2.- P.41-47.
143. Beming R.A., Klautz R.J., Teitel D.F. Perinatal left ventricular performance in fetal sheep: interaction between oxygen ventilation and



- contractility // *Pediatr. Res.* - 1997. - v. 41.- № 1. - P. 57- 64.
144. Bergholm R, Makimattila S, Valkonen M, et al. Intense physical training decreases circulating antioxidants and endothelium-dependent vasodilation. *Atherosclerosis*. 1999; 145:341–349.
145. Bernstein RD, Ochoa FY, Xu X, Forfia P, Shen W, Thompson Cl, Hintze TH. Function and production of nitric oxide in the coronary circulation of the conscious dog during exercise. *Circ Res* 1996; 79: 840-848
146. Berridge M.J. Elementary and global aspects of calcium signalling// *J. Physiol.*-1997.- v. 499.- № 2.- P. 291- 306.
147. Bhambhani Y., Norris S., Bel G. Prediction of stroke volume from oxygen pulse measurements in untrained and trained men//*Can.J. Appl. Physiol.*-1994.-v.19.-№ 1.-P.49-59.
148. Billat V, Flechet B, Petit B, Muriaux C, Koralsztejn JP. Interval training at  $\dot{V}O_{2\max}$ : effects on aerobic performance and overtraining markers. *Med Sci Sports Exerc* 1999; 31:156-163
149. Billat V, Koralsztejn JP. Significance of the velocity at  $\dot{V}O_{2\max}$  and time to exhaustion at this velocity. *Sports Medicine* 1996; 22: 90-108
150. Billat V, Slawinski J, Bocquet V, Demarle A, Lafitte L, Chassaign P, Koralsztejn JP. Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake unables subjects to remain at maximal oxygen uptake for a longer time than intense but submaximal runs. *Eur J Appl Physiol* 2000;81:188-196
151. Birkeland S., Hexeberg E. Myocardial contractility evaluated from cross-oriented segments during beta-adrenergic blockade or sympathetic nerve stimulation // *Eur. Heart. J.* - 1994. - v. 15.- № 4. - P. 555- 560.
152. Blomqvist CG, Lewis SF, Taylor WF, Graham RM. Similarity of the hemodynamic responses to static and dynamic exercise of small muscle groups. *Circ Res* 1981;48(6 Suppl 1):187-92.
153. Boehm S., Huck S. Receptors controlling transmitter release from

- sympathetic neurons in vitro// Prog. NeurobioL-1997.- v. 51.- № 3.- P. 225-242.
154. Bouchard C, Rankinen T. Individual differences in response to regular physical activity. Med Sci Sports Exerc. 2001; 33: S446–S451.
  155. Boutcher SH, McLaren PF, Cotton Y, Boutcher Y. Stroke volume response to incremental submaximal exercise in aerobically trained, active, and sedentary men. Can J Appl Physiol. 2003 Feb;28(1):12-26.
  156. Boutcher SH, Seip RL, Hetzler RK, Pierce EF, Snead D, Weltman A. The effects of specificity of training on rating of perceived exertion at the lactate threshold. EurJ Appl Physiol 1989; 59: 365-369
  157. Brock J.A., Bridgewater M., Cunnane T.C. (3-adrenoceptor mediated facilitation of noradrenaline and adenosine 5'-triphosphate release from sympathetic nerves supplying the rat tail artery// Br. J. Pharmacol. - 1997. - v.120.-№ 5. - P. 769- 776.
  158. Brodde O.E. P-adrenergic receptors in failing human myocardium // Basic. Res. Cardiol. -1996. - v. 91.- №1-2. - P. 35- 40.
  159. Brown MD, Jeal S, Bryant J, Gamble J. Modifications of microvascular filtration capacity in human limbs by training and electrical stimulation. Acta Physiol Scand. 2001 Dec; 173(4):359-68.
  160. Buchfuhrer MJ, HansenJE, Robinson TE, Sue DY, Wasserman K, Whipp BJ. Optimising the exercise protocol for cardiopulmonary assessment. JApplPhysiol1983;55: 1558-1564
  161. Buchir M., Binggeli C., Chevenard R., Ruschitzka F., Luscher T F., Noll G. Dysfunctional baroreflex regulation of sympathetic nerve activity in patients with vasovagal syncope. Eur.Heart.J, Vol 23, 2002, p. 360.
  162. Calcatti J.A. , Jianbo Li, Fetnat M. Fouad-Tarazi. Progressive Orthostatic Hypotension During Tilt Table Test Is Not an Indicator of Underlying Autonomic Dysfunction. J. Amer. Coll. Cardiol., 2003, Vol. 41, Issue 6, Suppl. A
  163. Chen C.Y., Di Carlo S.E. Daily exercise and gender influence arterial

- bar-oreflex regulation of heart rate and nerve activity// Am. J. Physiol.-1996.-v. 271 (5 Pt 2).- H1840-1848.
164. Chen Y., Chandler M.P., Di Carlo S.E. Daily exercise and gender influence postexercise cardiac autonomic responses in hypertensive rats// Am. J. Physiol. -1997. - v. 272 (3 Pt 2). - P. 1412-1418.
  165. Chrastek J. Signs of extreme vagotonia in the electrocardiogram of an Olympic 5km running champion. Vnitr Lek. 2002 Dec;48 Suppl 1:216-9.
  166. Colan S.D. Mechanics of left ventricular systolic and diastolic function in physiologic hypertrophy of the athletes heart// Cardiol. Clin.-1997.— v.15.-№3.- P.355-372.
  167. Conyca W.J. Role of exercise in including increases in skeletal muscle fiber number// J.Appl. Physiol.: Respir. Environ. And Exercise Physiol.-1980.-V.48.- № 3.-P. 421-426.
  168. Cooke L., Muntz K.H. Differences in beta adrenergic receptor agonist affinity between cardiac myocytes and coronary arterioles in canine heart// J. Pharmacol. Exp. Ther.-1994.- v. 269.- № 1.- P. 351- 357.
  169. Cooke L., Muntz K.H. Differences in beta adrenergic receptor agonist affinity between cardiac myocytes and coronary arterioles in canine heart// J. Pharmacol. Exp. Ther.- 1994.- v. 269.- № 1.- P. 351- 357.
  170. Costa P., Castoldi A.F., Traver D.J. et al. Lack of m2 muscarinic acetylcho-line receptor mRNA in rat lymphocytes// J. Neuroimmunol. - 1994. - v.49.-№1-2.-P. 115-124.
  171. Cua M., Shvilkin A., Danilo P. et al. Developmental changes in modulation of cardiac repolarization by sympathetic stimulation: the role of p- and a-adrenergic receptors // J. Cardiovasc. Electrophysiol.- 1997.- v. 8.- №8.- P. 865- 871.
  172. Cuzzolin L, Lussignoli S, Crivellente F, Adami A, Schena F, Bellavite P, Brocco C, Benoni G. Influence of an acute exercise on neutrophil and platelet adhesion, nitric oxide plasma metabolites in inactive and active subjects. IntJ Sports Med 2000; 21: 289-293.

173. Dambrik J. H., Imholz B.P., Karemaker J. V. et. al. Circulatory adaptation to orthostatic stress in healthy 10-14 year-old children investigated in a general practice// Clin. Sci. Colch/ - 1991. – Jul/ - 81(10).-p.51-58/
174. Daly RM, Rich PA, Klein R. Hormonal responses to physical training in high-level peripubertal male gymnasts. Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1998 Dec;79(1):74-81.
175. D'Andrea A, Caso P, Sarubbi B, Limongelli G, Liccardo B, Cice G, D'Andrea L, Scherillo M, Cotrufo M, Calabro R. Right ventricular myocardial adaptation to different training protocols in top-level athletes. : Echocardiography. 2003 May; 20(4): 329-36.
176. D'Andrea A, Limongelli G, Caso P, Sarubbi B, Della Pietra A, Brancaccio P, Cice G, Scherillo M, Limongelli F, Calabro R. Association between left ventricular structure and cardiac performance during effort in two morphological forms of athlete's heart. Int J Cardiol. 2002 Dec;86(2-3):177-84.
177. Degoute C.S., Preckel M.P., Dubreuil C. et al. Sympathetic nerve regulation of cochlear blood flow during increases in blood pressure in humans// Eur. J. Appl. Physiol.- 1997.- v. 75.- № 4.- P. 326-332.
178. Delehanty J.M., Himura Y., Elam H. et al.  $\beta$ -adrenoceptor downregulation in pacing-induced heart failure is associated with increased interstitial NE content// Am. J. Physiol.-1994.- №266 ( 3 Pt 2).- H 930-935.
179. Eliakim A, Wolach B, Kodesh E, Gavrieli R, Radnay J, Ben-Tovim T, Yarom Y, Falk B. Cellular and humoral immune response to exercise among gymnasts and untrained girls. Int J Sports Med. 1997 Apr;18(3):208-12.
180. Endoh M. Cardiac  $\alpha$ -adrenoceptors that regulate contractile function: subtypes and subcellular signal transduction mechanisms// Neurochem. Res. -1996.- v. 21.-№ 2. - P. 217-229.

181. Faludi J, Farkas A, Zsidegh M, Petrekanits M, Pavlik G. Characteristics influencing changes in aerobic performance of children aged 7-9. *Acta Physiol Hung.* 1999; 86(3-4):229-35.
182. Ferguson RA, Brown MB. Arterial blood pressure and forearm vascular conductance responses to sustained and rhythmic isometric exercise and arterial occlusion in trained rock climbers and untrained sedentary subject. *EurJAppI Physiol* 1997 ; 76:174-80.
183. Ferrara N., Bohm M., Zolk O. et al. The role of Gi-proteins and  $\beta_3$ -adrenoceptors in the age-related decline of contraction in guinea-pig ventricular myocytes// *J. Mol. Cell. Cardiol.* -1997. - v. 29.- №2. - P. 439-448.
184. Foster C., Gal R.A., Murphy P. et al. Left ventricular function during exercise testing and training// *Med. Sci. Sports. Exerc.* - 1997. - v. 29.- № 3. -P. 297- 305. FRANKLIN, B.A. Exercise testing, training and arm ergometry. *Sport Med.* 2:100-119. 1985.
185. Frey M.A., Tomaselli C.M., Hoffler W.G. Cardiovascular responses to postural changes: differences with age for women and men// *J. Clin. Pharmacol.*-1994.- v. 34 .- № 5 .- P. 394- 402.
186. Furlan R, Piazza S, Dell'Orto S, et al. Early and late effect of exercise and athletic training on neural mechanisms controlling heart rate. *Cardiovasc Res.* 1993; 27:482– 488.
187. Furlan R., Piazza S., Orto S. et al. Early and late effects of exercise and athletic training on neural mechanisms controlling heart rate// *Cardiov. Res.*-
188. Gajek J., Zysko D. The influence of the tilt training program on sympathetic nervous system activity to the head-up tilt test. *Eur. Heart. J.* Vol 24, 2003, p. 272.
189. Gajek J., Zysko D. Tilt training program influences the renin-angiotensin-aldosterone system activity in patients with vasovagal syncope. *Eur. Heart. J.* Vol 24, 2003, p. 266.

190. Gajewski M., Moutiris LA., Maslinski S. et al. The neuromodulation aspects of ischaemic myocardium: the importance of cholinergic system// J. Physiol. Pharmacol.-1995.- v. 46.- № 2.- P. 107-125.
191. Ganzeboom K., Colman N. , Reitsma J.B. , Shen W. , Wieling W. Prevalence and triggers of syncope in young adults: a questionnaire. Eur Heart J., Vol 23, 2002, p 284
192. Ganzeboom K., Colman N., Reitsma J.B., Shen W., Wieling W.. Prevalence and triggers of syncope in young adults: a questionnaire. Eur.Heart.J, Vol 23, 2002, p. 284.
193. Garcin M, Fleury A, Billat V. The ratio HLa : RPE as a tool to appreciate overreaching in young high-level middle-distance runners. Int J Sports Med. 2002 Jan; 23(1): 16-21.
194. Garcin M, Vandewalle H, Monod H. A new rating scale of perceived exertion based on subjective estimation of exhaustion time: a preliminary study. IntJ Sports Med 1999; 20: 40-43
195. Gava N.S., Veras-Silva A.S., Negrao C.E. et al. Low- intensity exercise training attenuated cardiac  $\beta$ -adrenergic tone during exercise in spontaneously hypertensive rats// Hypertension.- 1993.- v. 26 (6 Pt 2).- P.1129-1133.
196. Geenen D.L., Malhotra A., Buttrick P.M. Angiotensin receptor 1 blockade does not prevent physiological cardiac hypertrophy in the adult rat // J. Appl. Physiol. -1996. - v. 81.- № 2. - P. 816- 821.
197. Gielen S, Bettina Riedel, Volker Adams, Axel Linke, Gerhard Schuler, Rainer Hambrecht. Dyspnea-Induced Training of the Diaphragm Augments Local Antioxidative Enzyme Activity in an Animal Model of Heart Failure: Implications for Aerobic Metabolism. J. Amer. Coll. Cardiol, 2003, Vol. 41, Issue 6, Suppl. A.
198. Gielen S, Bettina Riedel, Volker Adams, Axel Linke, Gerhard Schuler, Rainer Hambrecht. Dyspnea-Induced Training of the Diaphragm Augments Local Antioxidative Enzyme Activity in an Animal Model of

- Heart Failure: Implications for Aerobic Metabolism. J. Amer. Coll. Cardiol., 2003, Vol. 41, Issue 6, Suppl. A
199. Gielen S., Adams V., Riedel B., Linke A., Schuler G., Hambrecht R.. Dyspnea-induced ``training of the diaphragm augments local antioxidative protection in an animal model of heart failure. Eur. Heart. J. Vol 24, 2003, p. 258.
  200. Gielen S., Adams V., Riedel B., Linke A., Schuler G., Hambrecht R., Dyspnea-induced ``training of the diaphragm augments local antioxidative protection in an animal model of heart failure. Eur. Heart. J. Vol 24, 2003, p. 258.
  201. Goldberg L, MacKinnon DP, Elliot DL, Moe EL, Clarke G, Cheong J. The adolescents training and learning to avoid steroids program: preventing drug use and promoting health behaviors. Arch Pediatr Adolesc Med. 2000 Apr;154(4):332-8.
  202. Griesbach L, Huber T, Knotte B, Hurler C, Reinke H. Therapy of Malignant Vasovagal Syncope With Closed Loop Pacemaker Stimulation. J. Amer. Coll. Cardiol., 2003, Vol. 41, Issue 6, Suppl. A
  203. Grunewald B. Sport als Prävention ist Bevegunds magel als Risikofaktor gesichert// Therapiewoch.-1980. Bd. 30.- № 32. –S.5205-5209.
  204. Guidetti L, Baldari C, Capranica L, Persichini C, Figura F. Energy cost and energy sources of ball routine in rhythmic gymnasts. Int J Sports Med. 2000 Apr; 21(3):205-9.
  205. Guth B.D., Dietze N. I(f) current mediates P-adrenergic enhancement of heart rate, but not contractility in vivo// Basis. Res. Cardiol.- 1995.- v.90.- № 3.- P. 192- 202.
  206. Gutin B., Owens S., Slavens G. et al. Effect of physical training on heart-period variability in obese children// J. Pediatr.- 1997.- v.130.- № 6.- P. 938- 943.
  207. Hall J.A., Kaumann A.J., Brown M.J; Selective B- adrenoceptors

- blockade enhances positive inotropic responses to endogenous catecholamines mediated through  $\alpha_2$ -adrenoceptors in human atrial myocardium// *Circ. Res.*-1990.-№ 66.- P. 1610- 1623.
208. Halliwill J.R., Taylor J.A., Eckberg D.L. Impaired sympathetic vascular regulation in humans after acute dynamic exercise// *J. Physiol. Lond.*-1996.- v. 15 ( Pt 1).- P. 279-288.
  209. Hambrecht R, Hilbrich L, Erbs S, Gielen S, Fiehn E, Schoene N, Schuler C. Correction of endothelial dysfunction in chronic heart failure: additional effects of exercise training and oral L-arginine supplementation. *J Am Coll Cardiol* 2000; 35: 701-706
  210. Hambrecht R, Hilbrich L, Erbs S, Gielen S, Fiehn E, Schoene N, Schuler C. Correction of endothelial dysfunction in chronic heart failure: additional effects of exercise training and oral L-arginine supplementation. *J Am Coll Cardiol* 2000; 35: 701-706
  211. Hambrecht R, Wolf A, Gielen S, Linke A, Hofer J, Erbs S, Schoene N, Schuler G. Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. *N Engl J Med* 2000; 342: 454-460
  212. Hambrecht R, Wolf A, Gielen S, Linke A, Hofer J, Erbs S, Schoene N, Schuler G. Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. *N Engl J Med* 2000; 342: 454-460
  213. Hamilton R M., McLeod K., Houston A B., Macfarlane P W. Paediatric electrocardiogram diagnosis of left-ventricular hypertrophy by computer and cardiologists evaluated using echo LVM. *Eur. Heart. J.* Vol 24, 2003, p. 604.
  214. Hargreaves M., Proietto J. Glucose kinetics during exercise in trained men// *Acta. Physiol. Scand.*-1994.- v. 15.- № 2.- P. 221- 225.
  215. Haskell WL, Sims C, Myll J, Bortz WM, St Goar FG, Alderman EL. Coronary artery size and dilating capacity in ultradistance runners. *Circulation* 1993; 87: 1076-1082
  216. Hoover D.B., Baisden R.H., Xi-Moy S.X. Localization of muscarinic



- receptor mRNAs in rat heart and intrinsic cardiac ganglia by in situ hybridization// *Circ. Res.* - 1994.- v. 75.- № 5. - P. 813- 820.
217. Hopkins M.G., Spina R.J., Ehsani A.A. Enhanced P-adrenergic-mediated cardiovascular responses in endurance athletes// *J. Appl. Physiol.* - 1996. -v. 80.- № 2. - P. 516- 521.
  218. Hori M., Sato H., Kitakaze M. et al. P-adrenergic stimulation disassembles microtubules in neonatal rat cultured cardiomyocytes through intracellular Ca<sup>2+</sup> overload // *Circ. Res.* -1994. - v. 75.- № 2. - P. 324- 334.
  219. Hull SS Jr, Vanoli E, Adamson PB, et al. Exercise training confers anticipatory protection from sudden death during acute myocardial ischemia. *Circulation.* 1994; 89:548–552.
  220. Huonker M., Konig., Keul J. Assessment of left ventricular dimensions and functions in athletes and sedentary subjects at rest and during exercise using echocardiography. Doppler sonography and radionuklide ventriculography// *Int. J.Sports. Med.*- 1996.-№ 3.-S. 173-179.
  221. Iellamo F, Legramante J, Pigozzi F, Spataro A, Norbiato G, Lucini D, Pagani M. Conversion From Vagal to Sympathetic Predominance With Strenuous Training in High-Performance World Class Athletes. *Circulation*, 2002; 105, 2719-2724.
  222. Iellamo F, Legramante JM, Massaro M, et al. Effects of a residential exercise training on baroreflex sensitivity and heart rate variability in patients with coronary artery disease: a randomized, controlled study.*Circulation.*2000;102:2588–2592.
  223. Iellamo F, Legramante JM, Massaro M, et al. Spontaneous baroreflex modulation of heart rate and heart rate variability during orthostatic stress in tetraplegics and healthy subjects. *J Hypertens.* 2001; 19: 2231–2240.
  224. Iellamo F, Legramante JM, Raimondi G, et al. Evaluation of reproducibility of spontaneous baroreflex sensitivity at rest and during

- laboratory tests. *J Hypertens.* 1996; 14:1099–1104.
225. Iellamo F, Pizzinelli P, Massaro M, et al. Muscle metaboreflex contribution to sinus node regulation during static exercise: insights from spectral analysis of heart rate variability. *Circulation.* 1999;100:27–32.
226. Inayatulla A., Li D.Y., Chemtob S. et al. Ontogeny of positive inotropic responses to sympathomimetic agents and of myocardial adrenoceptors in rats // *Can. J. Physiol. Pharmacol.* - 1994. - v. 72.- № 4. - P.361-367.
227. Israel S., Weber J. Probleme der Langzeitausdauer im Sport, Leipzig, Barth,1972.
228. Jahnel U., Duwe E., Pfennigsdorf S. et al. On the mechanism of action of phenylephrine in rat atrial heart muscle // *Naunyn. Schmiedeberg's. Arch. Pharmacol.* - 1994. - v. 349.- № 4. - P. 408- 415.
229. Janssen M.J., de-Bie I., Swenne C.A. et al. Supine and standing sympatho-vagal balance in athletes and controls// *Eur. J. Appl. Physiol.*- 1993.- v.67.- № 2. -P. 164- 167.
230. Jemni M, Friemel F, Sands W, Mikesky A. Evolution of the physiological profile of gymnasts over the past 40 years. A review of the literature. *Can J Appl Physiol.* 2001 Oct;26(5):442-56
231. Jemni M, Sands WA, Friemel F, Delamarche P. Effect of active and passive recovery on blood lactate and performance during simulated competition in high level gymnasts. *Can J Appl Physiol.* 2003 Apr; 28(2):240-56
232. Johns B.C., Simnett S.J., Mulligan I.P. et al. Troponin I phosphorylation does not increase the rate of relaxation following laser flash photolysis of diazo-2 in guinea-pig skinned trabeculae// *Pflugers. Arch.* - 1997.- v. 433.-№ 6. - P. 842-844.
233. Jones P.P., Spraul M., Matt K.S. et al. Gender does not influence sympathetic neural reactivity to stress in healthy humans// *Am. J. Physiol.*- 1996.- v. 270 (1 Pt 2).- H 350- 357.

234. Kariya K., Kams L.R., Simpson P.C. An enhancer core element mediates stimulation of the rat beta- myosin heavy chain promoter by an  $\alpha$ 1-adrenergic agonist and activated beta- protein kinase C in hypertrophy of cardiac myocytes// J. Biol. Chem.- 1994.- v. 269.- № 5.- P. 3775- 3782.
235. Kinlay S, Libby P, Ganz P. Endothelial function and coronary artery disease. Curr Opin Lipidol 2001; 12: 383-389
236. Kiumura H., Kawana S., Kanaya N. et al. Role of  $\alpha$ 1-adrenoceptor subtypes which mediate positive chronotropy in neonatal rat cardiac myocytes// Life Sci.- 1994.- v. 54.- № 24.- P. 451- 456-
237. Kogler H., Ruegg J.C. Cardiac contractility: modulation of myofibrillar calcium sensitivity by  $\alpha$ 1-adrenergic stimulation// Isr. J. Med. Sci. - 1997. -v. 33.- № 1. - P. 1-7.
238. Krotov V.P., Convertino V., Korol'kov V.I. et al. Heart functions in monkeys during a 2-week antiorthostatic hypokinesia// Fiziol. Zh. Im. I.M.Se-chenova.- 1996.- v. 82.- № 10- 11.- P. 134- 145.
239. Kubicek W.G., Patterson R., Lillehei R. et al. Impedance cardiography as a noninvasive means to monitor cardiac function// J. Amer. Assoc. for Advancement of med. instrumentatio.- 1970.- № 4.- P. 79- 81.
240. Kubicek W.I., Kamegis I.N., Patterson R.P. et al. Development and evaluation of an impedance cardiac output system// Aerosp. med.- 1966.- v. 37.-№ 12.- P. 1208-1212.
241. Kubicek WG, Kamegis JW, Patterson RP, Witsoe DA, Mattson RH. Development and evaluation of an impedance cardiac output system. Aerospace Med 1966,37:1208-12.
242. Kurose H., Nagao T. Regulation of G proteins by receptors// Nippon. Yakurigaku. Zasshi. -1994. - v. 103.- № 6. - p. 273- 284.
243. Kusumoto P.M., Lurie K.G., Dutton J. et al. Effects of aging on AV nodal and ventricular  $\beta$ 1- adrenergic receptors in the Fischer 344 rat// Am. J. Physiol.-1994.- v. 266.- № 4 (Pt 2).- P. 1408-1415.
244. La Morte V.J., Thorburn J.H., Absher D. et al. Gq- and ras-depended

- pathways mediate hypertrophy of neonatal rat ventricular myocytes following  $\alpha_1$ -adrenergic stimulation// J. Biol. Chem.- 1994.- v. 269.- № 18.- P.13490- 13496.
245. La Rovere MT, Bigger JT Jr, Marcus FI, et al for the ATRAMI (Autonomic Tone and Reflexes After Myocardial Infarction) Investigators. Baroreflex sensitivity and heart-rate variability in prediction of total cardiac mortality after myocardial infarction. Lancet. 1998; 351: 478–484.
  246. Landzberg J.S., Parker J.D., Gauthier D.F. et al. Effects of intracoronary acetylcholine and atropine on basal and dobutamine-stimulated left ventricular contractility// Circulation.- 1994.- v. 89.- № 1.- P.164- 168.
  247. Lange B, Bury T. Physiologic evaluation of explosive force in sports. Rev Med Liege. 2001 Apr;56(4):233-8.
  248. Lauer Michael S., David Yu, Claire E. Pothier, Eugene H. Blackstone. Association of Abnormal Heart Rate Recovery and Chronotropic Incompetence With Obesity in a Healthy Cohort. J. Amer. Coll. Cardiol., 2003, Vol. 41, Issue 6, Suppl. A
  249. Lauer Michael S., Jiambo Li, Carolyn Apperson-Hansen, Claire E. Pothier, Eugene H. Blackstone. Timing of Heart Rate Decay After Exercise and Mortality. J. Amer. Coll. Cardiol., 2003, Vol. 41, Issue 6, Suppl. A
  250. Laz T.M., Forray C., Smith K.E. et al. The rat homologue of the bovine  $\alpha_1$ -adrenergic receptor shows the pharmacological properties of the classical  $\alpha_1A$  subtype // Mol. Pharmacol. - 1994. - v. 46.- № 3.- P. 414- 422.
  251. Lazou A., Fuller SJ., Bogoyevitch M.A. et al. Characterization of stimulation of phosphoinositide hydrolysis by  $\alpha_1$ -adrenergic agonists in adult rat hearts // Am. J. Physiol. -1994. - v. 267 (3 Pt 2). - P. 970- 978.
  252. Le Grand B., Marty A., Vie B. et al. Prevention by specific chemical

- classes of CXi-adrenoceptor antagonists of veratrine-contractions in rat left atria independently of cXi-adrenoceptor blockade// Br. J. Pharmacol.- 1994.- v. 112.- № 1.- P. 195-199.
253. Lee J.H., Rosen M.R. cXi-adrenergic receptor modulation of repolarisation in canine Purkinje fibers// J. Cardiovasc. Electrophysiol.- 1994.- v. 5.- № 3.-P. 232-240.
  254. Lehmann M.J., Lormes W., Opitz Gress A. et al. Training and overtraining: an overview and experimental results in endurance sports// J. Sports. Med. Phys. Fitness.- 1997.- v. 37.- № 1.- P. 7-17.
  255. Levett J.M., Marinelli C.C., Lund D.D. et al. Effects of  $\beta_3$ - blockade on neurohumoral responses and neurochemical markers in pacing- induced heart failure// Am. J. Physiol.- 1994.- v. 266 (2 Pt 2).- R 468- 475.
  256. Levy M.N. Cardiac sympathetic- parasympathetic interactions// Fed. Proceed.-1984.- v. 43.- № 11.- P. 2598- 2602.
  257. Lewis S, Nygaard E, Sanchez J, Egeblad H, Saltin B. Static contraction of the quadriceps muscle in man: cardiovascular control and responses to one-legged strength training. Acta Physiol Scand 1984; 122:341-53.
  258. Lewis SF, Snell PG, Taylor WF, Hamra M, Graham RM, Pettinger WA *et al.* Role of muscle mass and mode of contraction in circulatory responses to exercise. J Appl Physiol 1985; 58:146-51.
  259. Lipinski M J., George W. Vetrovec, Barry D. Sidney, Eugene Langevin, Victor F. Froelicher. Novel Heart Rate Recovery Constant Predicts the Presence and Severity of Coronary Artery Disease. J. Amer. Coll. Cardiol., 2003, Vol. 41, Issue 6, Suppl. A
  260. Lohse M.J. Mechanisms of the regulation of adrenergic  $\beta_3$ -receptors // Z.Kardiol. - 1996. - v. 85 Suppl 7. - P.I- 3.
  261. Loimaala A, Huikuri H, Oja P, et al. Controlled 5-mo aerobic training improves heart rate but not heart rate variability or baroreflex sensitivity. J Appl Physiol. 2000; 89: 1825–1829.
  262. Longhurst JC, Kelly AR, Gonyea WJ, et al. Echocardiographic left

- ventricular masses in distance runners and weight lifters. *J Appl Physiol* 1980; 48: 154-62
263. Longhurst JC, Kelly AR, Gonyea WJ, Mitchell JH. Cardiovascular responses to static exercise in distance runners and weight lifters. *J Appl Physiol: Resp Environ Exerc Physiol* 1980; 49:676-83.
  264. Luo W., Grupp I.L., Harrer J. et al. Targeted ablation of the phospholamban gene is associated with markedly enhanced myocardial contractility and loss of beta-agonist stimulation// *Circ. Res.*-1994.- v. 75.- № 3.- P. 4- 8.
  265. Macdonald I.A. Advances in our understanding of the role of the sympathetic nervous system in obesity// *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.*- 1995.-v.19 Suppl 7.- S2- S7.
  266. MacDougall JD, McKelvie RS, Moroz DE, et al. Factors affecting blood pressure during heavy weight lifting and static contractions. *J Appl Physiol* 1992; 73: 1590-7
  267. MacDougall JD, Tuxen D, Sale DG, et al. Arterial blood pressure responses to heavy resistance training. *J Appl Physiol* 1985; 58: 785-90
  268. Macintosh A.M., Baldwin K.M., Hemck R.E. Effects of training on biochemical and functional properties of rodent, neonatal heart// *J. Appl. Physiol*-1985.- v. 59.- № 5.- P. 1440-1445.
  269. Maddali S, Rodeo SA, Barnes R, Warren RF, Murrell GA. Postexercise increase in nitric oxide in football players with muscle cramps. *Am J Sports Med.* 1998 Nov-Dec; 26(6):820-4.
  270. Mandigout S, Melin A, Fauchier L, N'Guyen LD, Courteix D, Obert P. Physical training increases heart rate variability in healthy prepubertal children. *Eur J Clin Invest.* 2002 Jul; 32(7):479-87.
  271. Manolas VM, Pavlik G, Banhegyi A, Faludi J, Sido Z, Olexo Z. Echocardiographic changes in the development of the athlete's heart in 9 to 20-year-old male subjects. *Acta Physiol Hung.* 2001; 88(3-4):259-70.
  272. Maron BJ. Cardiovascular disease in athletes. In: Braunwald E, editor,

- Heart Disease: A textbook of cardiovascular medicine, 6th ed, Philadelphia: W.B. Saunders Company, 2001, pp. 2052-7.
273. Maron BJ. The paradox of exercise. *N Engl J Med.* 2000;343:1409–1411.
274. McDonald PM, Sanfilippo AJ, Savard GK. Baroreflex function and cardiac structure with moderate endurance training in normotensive men. *J Appl Physiol.* 1993; 74: 2469–2477.
275. Meerson F.Z., Kopylov Y.N., Golubeva L.Y. The role of ITP- DAG regulatory cascade in the mechanism of cardioprotective effect of adaptation to stress// *Can. J. Cardiol.*- 1994.- v. 10 .- № 1.- P. 137- 147.
276. Michel M.C., Farke W., Erdburgger W. et al. Ontogenesis of sympathetic responsiveness in spontaneously hypertensive rats. Renal G proteins in male and female rats// *Hypertension.*- 1994,-v. 23.- № 5.- P.653- 658.
277. Michel M.C., Hanft G., Gross G. Functional studies on cXi-adrenoceptor subtypes mediating inotropic effects in rat right ventricle// *Br. J. Pharma-col.*-1994 a.- v.III.- № 2 .- P. 539- 546.
278. Michel M.C., Hanft G., Gross G. Radioligand binding studies of Qi-adrenoceptor subtypes in rat heart// *Br. J. Pharmacol.*- 1994 b.- v. 111.- №2.- P. 533- 538.
279. Middeke M., Reder S., Hoizgreve H. Regulation of the P-adrenoceptor-cAMP- system during dynamic exercise in patients with primary hypertension after acute P-blockade // *Blood. Press.*- 1994. - v. 3.- № 3. - P.189-192.
280. Morris M.J., McGrath B.P., Millar J.A. et al. Activation of the sympathoadrenal system during head-uptilt// *Clin. and Exsp. Pharmacol. and Physiol.* 1980. V.7. № 1. P.63-65.
281. Nagashima M., Hattori Y., Akaishi Y. et al. 0(i-adrenoceptor subtypes mediating inotropic and electrophysiological effects in mammalian myocardium// *Am. J. Physiol.* - 1996. - v. 271 (4 Pt 2). - P. 1423- 1432.

282. Nakamura I., Yamamoto Y., Muraoka I. Autonomic control of heart rate during physical exercise and fractal dimension of heart rate variability// J. Appl. Physiol.-1993.- v. 74.- № 2.- P. 875- 881.
283. NiebauerJ, CookeJP. Cardiovascular effects of exercise: role of endothelial shear stress. J Am Coil Cardiol 1996; 28: 1652 -1660
284. Niess A., Roecker K., Mayer F. et al. Effect of combined parasympathetic and sympathetic blockade on left ventricular relaxation at rest and during exercise in trained and untrained men // Int. J. Sports. Med. - 1996. - № 17 Suppl3.- S.ISO-183.
285. Nishida K, Harrison DC, Navas JP, Fisher AA, Dockery SP, Uematsu M, Nerem RM, Alexander RW, Murphy TJ. Molecular cloning and characterization of the constitutive bovine aortic endothelial cell nitric oxide synthase.J Clin Invest 1992; 90: 2092-2096
286. Nwosu E.A., Rahko P.S., Hanson P. et al. Hemodynamic and volumetric response of the normal left ventricle to upright tilt testing// Am. Heart. J.-1994.-v. 128.-№ 1.-p. 106-113.
287. Obert P., Courteix D., Lecoq A.M. et al. Effect of long term intense swimming training on the upper body peac oxygen uptake of prepubertal girls// Eur. J. Appl. Physiol.- 1996.- v. 73.- № 1-2.- P. 136- 143..
288. Oh-ishi S., Kizaki T., Toshinai K. et al. Swimming training improves brown adipose tissue activity in young and old *mice*// Mech. Ageing. Dev.- 1996.- v. 89.- № 2.- P. 67-78.
289. Okura T, Ueno L, Tanaka K. Evaluation of cardiorespiratory fitness by submaximal graded cycling test using ratings of perceived exertion in Japanese young men. Japan J Phys Educ 1998; 43:102-116
290. Osbom J.W. The sympathetic nervous system and long-term regulation of arterial pressure: what are the critical questions?// Clin. Exp. Pharmacol. Physiol. -1997. - v. 24.- № 1. - P. 68- 71.



291. Ostman-Smith Ingeger. Cardiac sympathetic nerves as the final common pathway in the induction of adaptive cardiac hypertrophy// Clin. Sci.-1981.-№ 3.-P. 265-272.
292. Pagani M, Lombardi F, Guzzetti S, et al. Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variabilities as a marker of sympathovagal interaction in man and conscious dog. Circ Res. 1986; 59: 178–193.
293. Pagani M, Montano N, Porta A, et al. Relationship between spectral components of cardiovascular variabilities and direct measures of muscle sympathetic nerve activity in humans. Circulation. 1997; 95:1441–1448.
294. Pagani M, Somers VK, Furlan R, et al. Changes in autonomic regulation induced by physical training in mild hypertension. Hypertension. 1988; 12:600– 610.
295. Patrick BT, Caterisano A. Influence of weight training status on hemodynamic adjustments to isometric actions. J Sports Med Phys Fitness. 2002 Dec;42(4):451-7.
296. Pena M. et al. The influence of physical exercise upon the body composition of obese children// Acta paediat. Acad. Sci. hung.-1980.- V. 21.-№ 1.-P.9-14.
297. Pichot V, Roche F, Gaspoz JM, et al. Relation between heart rate variability and training load in middle-distance runners. Med Sci Sports Exerc. 2000;32:1729–1736.
298. Pickoff A.S., Stolfi A. Postnatal maturation of autonomic modulation of heart rate. Assessments of parasympathetic and sympathetic efferent function in the developing canine heart// J. Electrocardiol- 1996.- v. 29.- P. 215-222.
299. Pittaras A., Kokkinos P., A. Manolis, P. Narayan, S. Singh, R. Fletcher, V. Papademetriou. Increased left-ventricular mass, 24-hour blood pressure and exercise blood pressure in unfit versus fit middle-aged men and women. Eur Heart J. Vol 24, 2003, p. 446
300. Popova J.S., Johnson G.L., Rasenick M.M. Chimeric G<sub>CX</sub> s/G<sub>CX</sub> i2

proteins define domains on G 0( s that interact with tubulin for P-adrenergic activation of adenylyl cyclase// J. Biol. Chem.- 1994.- v. 269.- № 34.- P. 21748-21754.

301. Puig I., Freitas I., Carvalho M.I. et al. Spectral analysis of heart variability in athletes// J. Sport. Med. Physiol.- 1993.- v. 33.- № 1.- P. 44-48.
302. Reeves J.T., Grover R.F., Blount S.G. jr., Filley G.F. Cardiac output response to standing and treadmill walking.- J. Appl. Physiol., 1961, v.16, p. 283-288.
303. Renick S.E., Seidler F.J., McCook E.C. et al. Neuronal control of cardiac and hepatic macromolecule synthesis in the neonatal rat: effects of sympathectomy // Pediatr. Res.-1997.- v. 41.- № 3.- P. 359- 363.
304. Rieckert H. Orthostatic hypotension: how to avoid it during antihypertensive therapy// Am. J. Hypertens.- 1996.- v. 9.- № 11.- P. 155S- 159S.
305. Rinder MR, Spina R), Ehsani AA. Enhanced endothelium-dependent vasodilation in older endurance-trained men. J Appl Physiol 2000; 88:761-766;
306. Robertson RJ, Caspersen CJ, Allison TG, Skinner GS, Abbott RA, Metz KF. Differentiated perceptions of exertion and energy cost of young women while carrying loads. Eur J Appl Physiol 1982; 49: 69-78
307. Robertson RJ, Noble BJ. Perception of physical exertion: methods, mediators, and applications. Review. Exerc Sport Sci Rev 1997; 25: 407-452
308. Rodriguez Plaza LG, Alfieri AB, Cubeddu LX. Urinary excretion of nitric oxide metabolites in runners, sedentary individuals and patients with coronary artery disease: effects of 42 km marathon, 15 km race and a cardiac rehabilitation program. J Cardiovasc Risk 1997; 4: 367-372
309. Rowell LB, O'Leary DS. Reflex control of the circulation during exercise: chemoreflexes and mechanoreflexes. J Appl Physiol 1990;

69:407-18.

310. Sale DG, Moroz DE, McKelvie RS, MacDougall JD, McCartney N. Effect of training on the blood pressure response to weight lifting. *Can J Appl Physiol* 1994; 19:60-74.
311. Seals DR, Chase PB, Taylor JA. Autonomic mediation of the pressor response to isometric exercise in humans. *J Appl Physiol* 1988;64:2190-6.
312. Seshadri Niranjan, Mani S. Kavuru, Thomas Gildea, Kevin McCarthy, Claire E. Pothier, Michael S. Lauer. Association of Abnormal Heart Rate Recovery Following Exercise Testing and Chronic Obstructive Lung Disease. *J. Amer. Coll. Cardiol.*, 2003, Vol. 41, Issue 6, Suppl. A
313. Sessa WC, Pritchard K, Seyedi N, Wang J, Hintze TH. Chronic exercise in dogs increases coronary vascular nitric oxide production and endothelial cell nitric oxide synthase gene expression. *Circ Res* 1994; 74:349-353
314. Shephard RJ, Balady GJ. Exercise as cardiovascular therapy. *Circulation*. 1999; 99:963–972.
315. Shephard RJ, Vandewalle H, Gil V, Bouhlef E, Monod H. Respiratory, muscular and overall perceptions of effort: the influence of hypoxia and muscle mass. *Med Sci Sports Exerc* 1992; 24: 556-567
316. Shigemitsu K., Brunner M.J., Shoukas A.A.  $\alpha$ - and R-adrenergic mechanisms in the control of vascular capacitance by the carotid sinus baroreflex system// *Am. J. Physiol* 1994.- v. 267 (1 Pt 2).- P. 201- 210.
317. Shono N, Urata H, Saltin B, Mizuno M, Harada T, Shindo M, Tanaka H. Effects of low intensity aerobic training on skeletal muscle capillary and blood lipoprotein profiles. *J Atheroscler Thromb*. 2002; 9(1):78-85.
318. Shono N, Urata H, Saltin B, Mizuno M, Harada T, Shindo M, Tanaka H. Effects of low intensity aerobic training on skeletal muscle capillary and blood lipoprotein profiles. *J Atheroscler Thromb*. 2002;9(1):78-85.
319. Shoucri R.M. Clinical application of end-systolic pressure-volume relation// *Ann. Biomed. Eng.*-1994.- v. 22.- № 2.- P. 212- 217.

320. Signore P.E., Jones D.R. Autonomic nervous control of heart rate in rat during exercise in air and under water// J. Exp. Biol.- 1996.- v. 199 Pt 7.-P. 1563-1568.
321. Skomedal T., Osnes J.B. Qualitative differences between the inotropic responses in rat papillary muscles to  $\alpha$ -adrenoceptor and  $\beta$ -adrenoceptor stimulation by both noradrenaline and adrenaline//Acta. Pharmacol. et toxicol.-1983.- v. 52.- № 1.- P. 57- 67.
322. Skrinar GS, Ingram SP, Pandolf KB. Effect of endurance training on ratings of perceived exertion and stress hormones in women. Percept Mot Skills 1983; 57: 1239-1250
323. Slavicowa I., Tucek S. Postnatal changes of the tonic influence of the vagus nerves on the heart rat, and of the activity of choline acetyltransferase in the heart atria of rats// Physiol. Bohemoslov.-1982.-v. 31.-№ 2.-P. 113-120.
324. Slotkin T.A., Saleh J.L., Zhang J. et al. Ontogeny of P- adrenoceptor  $\alpha$ -adrenoceptor cyclase desensitization mechanisms: the role of neonatal innervation // Brain. Res.-1996.- v. 742.- № 1-2.- P. 317- 328.
325. Smetana P, Velislav N. Batchvarov, Katerina Hnatkova, Marek Malik. Sex Difference and Heart Rate Dependence of Transmural Heterogeneity of Repolarization. J. Amer. Coll. Cardiol., 2003, Vol. 41, Issue 6, Suppl. A
326. Snyder AC, Jeukendrup AE, Hesselink MK, Kuipers H, Foster C. A physiological/ psychological indicator of over-reaching during intensive training. IntJ Sports Med 1993; 14: 29-32
327. Somani S.M., Frank S., Rybak L.P. Responses of antioxidant system to acute and trained exercise in rat heart subcellular fractions //Pharmacol. Bio-chem. Behavior.-1995.- v. 51.- № 4.- P. 627- 634.

328. Somauroo JD, Pyatt JR, Jackson M, Perry RA, Ramsdale DR. An echocardiographic assessment of cardiac morphology and common ECG findings in teenage professional soccer players: reference ranges for use in screening. *Heart*. 2001 Jun; 85(6):649-54.
329. Somauroo JD, Pyatt JR, Jackson M, Perry RA, Ramsdale DR. An echocardiographic assessment of cardiac morphology and common ECG findings in teenage professional soccer players: reference ranges for use in screening. *Heart*. 2001 Jun; 85(6):649-54.
330. Somsen G.A., Dubois E.A., Brandsma K. et al. Cardiac sympathetic neuro-nal function in left ventricular volume and pressure overload// *Cardiovasc. Res.*- 1996.- v. 31.- № 1.- P. 132-138.
331. Strang K.T., Sweitzer N.K., Greaser M.L et al. Beta- adrenergic receptor stimulation increases unloaded shortening velocity of skinned single ventric-ular myocytes from rats // *Circ. Res.*-1994.- v. 74.- № 3.- P. 542-549.
332. Svendenhag J, Wallin BG, Sundloff G, et al. Skeletal muscle sympathetic activity at rest in trained and untrained subjects. *Acta Physiol Scand*. 1984;120: 499–504.
333. Takenaka K., Suzuki Y., Kawakubo K. et al. Cardiovascular effects of 20 days bed rest in healthy young subjects // *Acta. Physiol. Scand. Suppl.*- 1994.- № 616.- P. 59- 63.
334. Tipton C.M., Tayler B. Influence of atropine on the heart rates of rat// *Am. J. Physiol.*- 1965.- v. 208.- P. 480- 484.
335. Tucker D.C. Components of functional sympathetic control of heart rate in neonatal rats// *Am. J. Physiol*- 1985.- v. 248.- P. 601- 610.
336. Tucker D.C., Johnsom A.K. Development and autonomic control of heart rate in genetically hypertensive and normotensive rats // *Am. J. Physiol*-

337. Ueno LM, Moritani T. Effects of long-term exercise training on cardiac autonomic nervous activities and baroreflex sensitivity. *Eur J Appl Physiol.* 2003 Apr; 89(2):109-14. Epub 2003 Feb 28.
338. Uusitalo A.L., Tahvanainen K.U., Uusitalo A.J. et al. Non-invasive evaluation of sympathovagal balance in athletes by time and frequency domain analyses of heart rate and blood pressure variability// *Clin. Physiol.* - 1996. - v. 16.- № 6.- P. 575- 588.
339. van Baak M.A. Hypertension, p-adrenoceptor blocking agents and exercise// *Int. J. Sports. Med.*-1994.- v. 15.- № 3.- P. 112-115.
340. Vassalle C, Lubrano V, Domenici C, L'Abbate A. Influence of chronic aerobic exercise on microcirculatory flow and nitric oxide in humans. *Int J Sports Med.* 2003 Jan; 24(1):30-5.
341. Vrizz O., Soon G., Lu H. et al. Does orthostatic testinf have have any role in the evaluation of the young subleect with mild hypertension?: an insidht from the HARVEST studu // *Am. J. Hypertens.*- 1997.-v.10 (5Pt 1).-p.546-551.

## О Г Л А В Л Е Н И Е

<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>1. МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ ИССЛЕДОВАНИЙ .....</b>	<b>6</b>
<b>2. ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ.....</b>	<b>8</b>
<b>3. Показатели насосной функции сердца юных спортсменов приобщенных к мышечным тренировкам на различных этапах постнатального развития и занимающихся разными видами спорта.....</b>	<b>18</b>
<b>3.1. Изменение показателей насосной функции сердца юных пловцов, приобщенных к мышечным тренировкам в 6-7 летнем возрасте.....</b>	<b>27</b>
<b>3.2. Изменения показателей насосной функции сердца юных лыжников- гонщиков, приобщенных к мышечным тренировкам в 9-10- летнем возрасте.....</b>	<b>35</b>
<b>3.3. Изменения показателей насосной функции сердца юных гимнастов, приобщенных к мышечным тренировкам в 6-7 летнем возрасте.....</b>	<b>44</b>
<b>3.4. Изменения показателей насосной функции сердца юных хоккеистов, приобщенных к мышечным тренировкам в 9-10 летнем возрасте.....</b>	<b>52</b>
<b>4. Особенности регуляции частоты сердечных сокращений и ударного объема крови растущего организма.....</b>	<b>73</b>
<b>4.1. ИЗМЕНЕНИЯ ЧСС, УОК И МОК КРЫСЯТ ПРИ СИСТЕМАТИЧЕСКИХ МЫШЕЧНЫХ ТРЕНИРОВКАХ, НАЧАТЫХ НА БОЛЕЕ РАННИХ ЭТАПАХ ПОСТНАТАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ.....</b>	<b>79</b>

<b>4.1.1. Изменения частоты сердечных сокращений у крыс, подверженных мышечным тренировкам с 14 до 70-дневного возраста.....</b>	<b>79</b>
<b>4.1.2. Изменения ударного объема крови у крыс, подверженных мышечным тренировкам с 14 до 70-дневного возраста.....</b>	<b>82</b>
<b>4.1.3. Минутный объем кровообращения у крыс, подверженных мышечным тренировкам с 14 до 70-дневного возраста .....</b>	<b>86</b>
<b>5.ВЛИЯНИЕ БЛОКАДЫ АДРЕНО - И ХОЛИНОРЕЦЕПТОРОВ НА НАСОСНУЮ ФУНКЦИЮ СЕРДЦА КРЫСЯТ, ПОДВЕРЖЕННЫХ СИСТЕМАТИЧЕСКИМ МЫШЕЧНЫМ ТРЕНИРОВКАМ НА БОЛЕЕ РАННИХ ЭТАПАХ ПОСТНАТАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ.....</b>	<b>90</b>
<b>5.1. Изменения частоты сердечных сокращений у крыс, подверженных мышечным тренировкам с 14 до 70-дневного возраста, при воздействии адreno- и холиноблокаторов .....</b>	<b>91</b>
<b>5.2. Изменения ударного объема крови(мл) у крыс, подверженных мышечным тренировкам с 14 до 70-дневного возраста, при воздействии адreno- и холиноблокаторов .....</b>	<b>96</b>
<b>5.3. Изменения минутного объема крови (л/мин) у крыс, подверженных мышечным тренировкам с 14 до 70-дневного возраста, при воздействии адreno - и холиноблокаторов .....</b>	<b>102</b>
<b>6.ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b>	<b>127</b>
<b>7.СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b>	<b>137</b>