

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Астраханский государственный медицинский университет»

На правах рукописи



Полукова Мария Викторовна

**ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА В
УСЛОВИЯХ РЕЛАКСАЦИИ ПАРАВЕРТЕБРАЛЬНОЙ
МУСКУЛАТУРЫ И ТРАКЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА
ПОЗВОНОЧНИК**

03.03.01 — физиология

Диссертация на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Научный руководитель:
доктор медицинских наук, профессор
Полунин Иван Николаевич

Астрахань – 2017

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
СПИСОК УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ.....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	6
ГЛАВА I. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР.....	12
1.1. Морфофункциональное состояние позвоночника человека на этапах онтогенеза.....	12
1.1.1. Морфофункциональная характеристика позвоночно- двигательного сегмента.....	13
1.1.2. Влияние осанки на работу висцеральных систем организма.....	17
1.1.3. Морфофункциональные особенности позвоночника в подростковом, юношеском, зрелом и пожилом возрасте.....	20
1.2. Современные подходы к исследованию функционального состояния и вегетативного статуса организма человека.....	20
1.2.1. Механизмы экстра- и интракардиальной регуляции ритма сердца.....	31
1.2.2. Современные исследования функционального состояния организма с использованием кардиоинтервалографии.....	38
ГЛАВА II. МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	50
2.1. Общая характеристика и объект исследований.....	50
2.2. Функциональные методы	52
2.3. Электрофизиологическое исследование variability сердечного ритма.....	54
2.4. Методы статистической обработки полученных результатов....	58
ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	59
3.1. Функциональное состояние организма и регуляция	

вегетативных функций при вертикальном вытяжении позвоночника.....	59
3.2. Функциональное состояние и вегетативный статус организма до и после проведения упражнений в изометрическом режиме.....	66
3.3. Функциональное состояние и вегетативный статус организма при горизонтальной тракции позвоночника.....	78
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	90
ВЫВОДЫ.....	96
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	98

Список сокращений

АДд – артериальное давление диастолическое

АДс – артериальное давление систолическое

АП – адаптационный потенциал

ИК – вегетативный индекс Кердо

ИКТ – массо-ростовой индекс Кетле

ВНС – вегетативная (автономная) нервная система

ВСР – вариабельность сердечного ритма

МОК – минутный объем кровотока

МПД – межпозвонковый диск

ПАд – пульсовое артериальное давление

ПАРС – показатель активности регуляторных систем

ПДС – позвоночный двигательный сегмент

ПИРМ – постизометрическая релаксация мышц

СО – систолический объем

ЧСС – частота сердечных сокращений

АМо - амплитуда моды – процент встречаемости кардиоинтервалов,
соответствующих значению моды

HF – мощность высокочастотного компонента спектра ВСР

HFR – доля высокочастотного компонента спектра ВСР от суммарной
мощности

IC – индекс централизации

LF – мощность низкочастотного компонента спектра ВСР

LF/HF (усл. ед.) - Отношение мощностей низко – и высокочастотного
компонентов спектра ВСР

LFav - среднее значение мощности спектра низкочастотного компонента ВСР

LFR – доля низкочастотного компонента спектра ВСР от суммарной мощности

Мо – мода - наиболее часто встречающийся кардиоинтервал

MxDMn – разность между минимальным и максимальным значениями
кардиоинтервалов

R-R – продолжительность кардиоинтервала

SI – индекс напряжения механизмов регуляции

SKO – среднее квадратичное отклонение

TP – суммарная мощность спектра ВСП

ULF – мощность сверхнизкочастотного компонента спектра ВСП

VLf - мощность очень низкочастотного компонента спектра ВСП

VLf/HF - отношение мощностей очень низко – и высокочастотного
компонентов спектра ВСП

VLfav - среднее значение мощности спектра очень низкочастотного
компонента ВСП

VLFP – доля сверхнизкочастотного компонента спектра ВСП от суммарной
мощности

ВВЕДЕНИЕ

Регуляция функционального состояния, адаптация организма к экстремальным природным и антропогенным факторам обеспечивается нейрогуморальными механизмами, которые во многом определяются состоянием позвоночника (Шукуров Ф.А., Наимов Р., 2005; Долженков А.В., 2011; Комлева Н.Е., Марьяновский А.А., 2012; Борейша Ю.С. и др., 2012, 2013).

Общеизвестна роль позвоночника в жизнедеятельности организма. Позвоночный столб имеет уникальное строение, что обеспечивает защиту спинного мозга, сопутствующих сосудов и внутренних органов (Попелянский Я.Ю., 2005; Сапин М.Р., Никитюк Д.Б., Ревазов В.С., 2014; Иваницкий М.Ф., 2016). Оптимально сбалансированные физиологические изгибы позвоночного столба (кифоз грудного и крестцового отделов, лордоз шейного и поясничного отделов) позволяют поддерживать вертикальное положение тела с минимальным мышечным напряжением, равномерно распределять осевую нагрузку, чему способствует в значительной мере эластичность межпозвонковых дисков (МПД) (Веселовский В.П., 1991; Левит К. и др., 1993; Борщенко И.А., 2016).

Однако в настоящее время образ жизни человека стал более пассивным и статичным. Большая часть современных людей проводит время, сидя за рабочим столом, выполняя продолжительную статическую работу минимальной интенсивности. Даже в свободное от работы время у многих сохраняется статичное положение тела. Это нарушает оптимальные условия, необходимые для работы позвоночника (Долженков А.В., 2011; Борщенко И.А., 2012, 2013).

В то же время многочисленные функции позвоночника могут нарушаться в результате возрастного старения хряща, травм позвоночника, инфекционных заболеваний, врожденных аномалий позвоночника, хронических перегрузок, мышечной гипотрофии. В результате перечисленных факторов развиваются деструктивно-дегенеративные процессы в костно-хрящевых структурах,

проявляющиеся снижением высоты межпозвонковых дисков, увеличением давления позвонков друг на друга, сужением межпозвонкового отверстия (Тазиев Р.В., и др., 2003). При поражении различных структур позвоночного столба первыми реагируют на патологический процесс мышцы. В свою очередь гипертонус мелких глубоких мышц спины вызывает нарушение кровоснабжения, иннервации и избыточное давление на межпозвонковые диски (Лиев А.А., Татьянченко В.К., 1996; Жолондз М.Я., 2001; Ситель А.Б., 2006).

Деструктивные изменения позвоночника приводят к сдавлению нервных корешков и сосудов, нарушению кровообращения спинного мозга. Все это проявляется болью, статическими нарушениями позвоночника (компенсаторными сколиотическими установками, изменением физиологической кривизны), защитными реакциями, ограничивающими подвижность позвоночника (увеличение площади опоры позвонков за счет разрастания шипов и остеофитов, уплощение дисков), нарушением рефлексов и вегетативных функций в зоне иннервации (Тазиев Р.В. и др., 2003).

По данным Всемирной организации здравоохранения 40 - 80% взрослых людей в период наиболее интенсивной трудовой деятельности страдает дегенеративно-дистрофическими заболеваниями позвоночника (Жолондз М.Я., 2001; Жарков П.Л. и др., 2001).

Самой частой причиной болей в спине являются дистрофические поражения позвоночника, к которым относятся остеохондроз (дистрофическое поражение тел позвонков и лежащего между ними межпозвонкового диска), спондилез, проявляющийся костеобразованием под продольной связкой, спондилоартроз (артроз дугоотростчатых, или фасеточных, суставов). Патология, обусловленная дистрофическими процессами в позвоночнике, условно обозначается как вертеброгенная. Вертеброгенная патология представляет собой актуальную проблему биологии и медицины в силу тенденции к хронизации и рецидивированию, существенного влияния на

трудоспособность и жизнедеятельность (Белова А.Н., Щепетова О.Н, 1999; Бубновский С.М., 2016; Cecchi F. et al., 2006).

В результате научных исследований было выяснено, что позвоночник вместе с нервно-мышечной системой и системой кровообращения составляет единую биологическую функциональную систему, которая комплексно реагирует на патологические состояния организма человека. Эта система выполняет роль регулятора функций внутренних органов человеческого организма (Вейн А.М., 1991; Анохин П.К, 1998; Судаков К.В., 2000).

Важнейшим критерием учета эффективности лечения при вертеброгенной патологии наряду с восстановлением функции пораженного отдела позвоночника является гармонизация вегетативного статуса человека и улучшение функционального состояния сердечно - сосудистой системы. Однако в контроле динамики оздоровительных мероприятий у пациентов с патологией позвоночника не всегда учитывается состояние вегетативного гомеостаза. В настоящее время одним из наиболее эффективных методов оценки функционального состояния организма и вегетативного тонуса признан анализ показателей variability ритма сердца (Миронова Т.Ф., Миронов В.А., 2006; Баевский Р.М., 2011; Song J.G. et al., 2009; Altuncu M.E et al., 2012).

Вышеизложенное свидетельствует об актуальности изучения уровня адаптации и функционального состояния организма у пациентов с вертеброгенной патологией.

Целью настоящего исследования является оценка функционального состояния и вегетативного статуса человека по показателям гемодинамики, variability сердечного ритма в условиях релаксации паравертебральной мускулатуры и тракционных воздействий на позвоночник.

Задачи исследования

1. Изучить функциональное состояние испытуемых, характер гемодинамики и особенности ритмогенеза сердца по показателям variability сердечного ритма при изменении гравитационного воздействия на организм.

2. Изучить активность симпатического, парасимпатического и соматического компонентов нервной системы по variability ритма сердца у испытуемых при формировании постизометрической релаксации паравerteбральных мышц.
3. Выявить гендерные и возрастные особенности параметров кровообращения и variability сердечного ритма у пациентов при изометрической релаксации паравerteбральных мышц.
4. Оценить функциональное состояние организма по показателям variability сердечного ритма, гемодинамики и адаптационному потенциалу при горизонтальном и вертикальном вытяжении позвоночника.

Научная новизна результатов исследования. Впервые:

- изучено влияние постизометрической релаксации мышц (ПИРМ) на сердечно-сосудистую систему и вегетативный статус пациентов с учетом исходного тонуса вегетативной нервной системы;
- изучено гендерные различия показателей гемодинамики и variability сердечного ритма до и после применения ПИРМ;
- изучено влияние миорелаксирующего тракционного воздействия («Детензор», массажно-тракционный стол «Анатомотор») на гемодинамические показатели и функциональное состояние организма;
- проведен корреляционный анализ между показателями гемодинамики, variability сердечного ритма и возрастом пациентов при проведении сеанса ПИРМ;
- показаны особенности реакции организма испытуемых на вертикальное скелетное вытяжение с учетом исходного тонуса вегетативной нервной системы.

Научно-практическая значимость работы. Дано физиологическое обоснование методологии подбора программ и средств тракционного воздействия на позвоночник.

Разработаны способы динамического контроля функционального состояния организма человека в процессе вытяжения позвоночника и проведения изометрической релаксации мышц.

Полученные результаты дают физиологическое обоснование для назначения различных методов лечебно-восстановительных мероприятий с учетом активности ВНС и уровня адаптированности пациентов с вертеброгенной патологией.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке комплексных программ лечебно-восстановительных мероприятий в клинических условиях с учетом индивидуально-типологических особенностей пациентов.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Снижение осевой компрессии на позвоночник при вертикальном скелетном вытяжении вызывает снижение парасимпатических и увеличение симпатических влияний на деятельность сердечно-сосудистой системы. Характер гемодинамики, особенности ритмогенеза сердца и функциональное состояние зависят от исходного тонуса вегетативной нервной системы.

2. Использование техники постизометрической релаксации паравертебральной мускулатуры приводит к оптимизации функционального состояния, гармонизации механизмов вегетативной регуляции ритмогенеза и зависит от индивидуально-типологических особенностей фоновой активности симпатического и парасимпатического отделов ВНС.

3. Тракционное воздействие на терапевтическом мате «Детензер» приводит к снижению частоты сердечных сокращений, минутного объема кровотока, изменению параметров variability сердечного ритма, что указывает на оптимизацию функционального состояния организма пациентов.

Апробация диссертационной работы. Результаты исследования обсуждены на первой международной научно-практической конференции «Новые технологии в экспериментальной биологии и медицине» (Ростов-на-

Дону, 2007); межрегиональной научно-практической конференции «Актуальные проблемы кардиологии детей и взрослых – 2007» (Астрахань, 2007); III Съезде физиологов (Москва-Ялта, Украина, 2011); XI Международном конгрессе «Кардиостим 2014» (С.-Петербург, 2014); XVI Всероссийском симпозиуме «Эколого-физиологические проблемы адаптации» (Сочи, Красная поляна, 2015); XI Всероссийской бурденковской студенческой научной конференции, посвященной 70-летию победы в Великой отечественной войне, (Воронеж, 2015); Всероссийской научно-практической конференции «Агаджаньяновские чтения» (Москва, 2016); II Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной юбилею Заслуженного работника высшей школы РФ, доктора биологических наук, проф. Д.Л.Теплого «Свободные радикалы, антиоксиданты и старение» (Астрахань, 2016); XXV Международной заочной научно-практической конференции «Современные тенденции развития науки и технологий» (Белгород, 2017).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 17 научных работ, в том числе 6 статей в журналах, рекомендованных ВАК РФ для публикации материалов диссертационных исследований.

Структура и объем работы. Диссертация состоит из введения, обзора литературы, описания материала и методов исследования, главы с результатами и их обсуждением, выводов и рекомендаций к практическому применению. Общий объем диссертации 133 страницы. Диссертация иллюстрирована 17 таблицами, 13 рисунками. Список цитированной литературы включает 292 источников, в том числе 204 отечественных и 88 иностранных.

Внедрение результатов работы. Результаты диссертационного исследования внедрены и используются в педагогическом процессе на кафедрах нормальной физиологии, патологической физиологии и медицинской реабилитации Астраханского государственного медицинского университета; в лечебно-оздоровительных и реабилитационных мероприятиях Астраханского областного социально-реабилитационного центра «Русь».

ГЛАВА I

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1 Морфофункциональное состояние позвоночника человека на этапах онтогенеза

Позвоночник человека в связи с прямохождением имеет значительные отличия от позвоночника других млекопитающих. Вертикальное положение тела человека сказывается на строении костных, мышечно - связочных и других структур позвоночника человека (Борщенко И.А., 2013; Иваницкий М.Ф., 2016).

Гармоничная работа мышц спины, шеи, плечевого пояса, грудной клетки, живота и пояса нижних конечностей определяет подвижность позвонков, обеспечивая тонкую регуляцию движений в позвоночнике и формируя индивидуальный двигательный стереотип.

Если правильно представить себе функциональную анатомию позвоночника, то можно понять и механизмы развития патологических состояний позвоночного столба, сопровождающихся болевыми, мышечно-тоническими, компрессионными и другими неврологическими синдромами. Становится очевидна механическая природа их происхождения. Импульсы из нарушенного отдела позвоночника попадают в спинной мозг, рефлекторно изменяя мышечный тонус, вызывая нейродистрофические и вазомоторные нарушения в тканях. Напряжение околопозвоночных мышц с помощью рефлекса способствует фиксации и иммобилизации поврежденного позвоночно-двигательного сегмента, и постепенной выработке новой двигательной привычки, рациональным распределением двигательных нагрузок по другим отделам позвоночника. Однако новый статокинематический стереотип может оказаться неправильным, способствующим возникновению перегрузок определенных скелетных мышц, костных и связочно-суставных

структур с образованием в них дистрофических и сосудистых изменений (Белова А.Н., Щепетова О.Н., 1998; Попелянский Я.Ю., 2005).

1.1.1. Морфофункциональная характеристика позвоночно-двигательного сегмента

В вертебрологии нашло широкое применение понятие позвоночно-двигательного сегмента, который представляет собой функциональную единицу позвоночника. Термин ввёл в практику профессор из Германии Юнганс в первой половине XX столетия. В настоящее время термин применяется в физиологии, неврологии, травматологии, рентгенологии, мануальной терапии и других специальностях медицины (Данилов И.М., 2011).

Позвоночно-двигательный сегмент представляет из себя структурную единицу биокинематической цепи и включает два смежных позвонка с межпозвонковым диском и дугоотростчатыми (фасеточными) суставами, мышцами и связками вокруг них. Всего насчитывается 24 сегмента: шейных 7, грудных 12 и поясничных 5. Крестец и пятый поясничный позвонок образуют самый нижний сегмент.

Фасеточные суставы позвоночника образованы контактирующими поверхностями суставных отростков смежных позвонков и лежат симметрично относительно срединной плоскости тела. Фасеточные суставы обеспечивают функциональную мобильность позвоночника. Благодаря этим суставам возможны дополнительные движения позвонков, обеспечивающие пластичность позвоночного столба. Внутрисуставные поверхности фасеточных сочленений покрыты оболочкой, продуцирующей синовию, которая облегчает скольжение суставных отростков.

Между соседними позвонками находится межпозвонковый диск - фиброзно-хрящевое образование. Центральная часть диска заполнена высокоэластичным пульпозным ядром, которое по форме напоминает

двояковыпуклую линзу. По периферии диск окружен прочным соединительнотканым фиброзным кольцом, которое при сжатии предотвращает излишнее уплощение ядра. У взрослого человека пульпозное ядро содержит приблизительно 80% воды. Содержание воды уменьшается, если на диск оказывают давление смежные позвонки. Возвращение к исходной величине происходит при снятии нагрузки. Способность принимать на себя давление и распределять его между позвонками дает возможность диску исполнять роль амортизатора и позволяет позвоночнику сгибаться (Сител А.Б., 2006; Долженков А.В., 2011).

Связочный аппарат позвоночника представлен задними и передними продольными связками, которые располагаются вдоль тел позвонков. Желтые связки размещаются между дужками двух смежных позвонков. Связочный аппарат выполняет роль ограничителя, препятствующего гипермобильности в межпозвонковых суставах.

К костным отросткам соседних позвонков прикрепляются глубокие короткие мышцы позвоночного столба. К ним относятся: межпоперечные мышцы, соединяющие поперечные отростки позвонков между собой, межостистые, прикрепляющиеся к остистым отросткам рядом расположенных позвонков, а также поперечно-остистые мышцы, которые соединяют остистый отросток вышележащего позвонка с поперечный отростком нижележащего. Эти мышцы поддерживают туловище в вертикальной позиции и имеют название мышц-разгибателей.

При длительном статическом напряжении коротких мышц позвоночника, которое связано с продолжительным нахождением в положении стоя, сидя, однотипными монотонными движениями, изменяются биохимические процессы происходящие в мышцах, нарушается способность расслабляться и принимать первоначальную длину после физической нагрузки. В это время из-за повышения давления в межпозвонковом диске будут нарушаться трофические процессы, а при длительно сохраняющейся деформации мышц

вероятно уменьшение упругости диска (Жолондз М.Я., 2001; Ситель А.Б., 2006; Долженков А.В., 2011).

Таким образом, мышечные рефлексы создают условия для возникновения большого количества клинических синдромов. Известно, что напряжение передней группы мышц позвоночника приводит к вынужденному наклону позвоночника вперед, задняя группа мышц — назад, асимметричное сокращение мышц на боковых отделах позвоночника вызывает боковое искривление — сколиоз.

Кроме рефлекторных ответов мышц туловища и конечностей импульсы из пораженного позвоночника вызывают реакции гладких мышечных клеток, приводя к вазодилатации и вазоконстрикции сосудов тела (Жолондз М.Я., 2001).

Работа вегетативной нервной системы (ВНС), иннервирующей все внутренние органы, кровеносные и лимфатические сосуды, эндокринные железы, гладкую и отчасти поперечнополосатую мускулатуру, зависит от функционального состояния позвоночника и паравертебральной мускулатуры (Долженков А.В., 2011; Борейша Ю.С. и др., 2012, 2013). Нарушение мышечной деятельности приводит к нарушению механизмов саморегуляции организма человека.

Каждый сегмент формирует межпозвонковые отверстия, которые находятся на боковых поверхностях сегмента. Через эти отверстия проходят кровеносные и лимфатические сосуды, корешки спинномозговых нервов, позвоночный нерв, который возвращается назад в позвоночный канал (Нордемар Р., 1991; Ситель А.Б., 2006).

Центральный и периферический отделы ВНС связаны между собой нервными волокнами, которые проходят через отверстия между позвонками. В связи с этим очевидна зависимость функционирования соединительных ветвей от состояния позвоночного столба, МПД, мышечного аппарата позвоночника (Долженков А.В., 2011).

Любые изменения в вышележащих и нижележащих фасеточных суставах уменьшают поперечные размеры межпозвонковых отверстий. Это может приводить к сдавлению нерва во время движения позвоночника. Одним из ведущих патогенетических факторов вертеброгенных заболеваний считается ирритация вегетативных волокон позвоночного сегмента (Жолондз М.Я., 2001).

В пространстве, образуемом телом и дугой позвонка, проходит спинномозговой канал. В нем находится спинной мозг, защищенный позвоночником, спинномозговой оболочкой и омываемый спинномозговой жидкостью; спинной мозг может нормально приспособиться к значительным изменениям, происходящим во время мобилизации позвоночника.

В венозных сосудах спинного мозга отсутствуют клапаны, и эти сосуды не окружены мышцами. Такие анатомические особенности в позвоночном канале способствуют постоянному застою венозной крови. В местах развития функциональной блокады или пассивного ограничения подвижности в дугоотростчатых суставах замедляется выведение продуктов метаболизма из межпозвонковых дисков и тел позвонков (Нордемар Р., 1991; Ситель А.Б., 2006).

Таким образом, бесперебойная работа позвоночника возможна только при слаженном взаимодействии всех составляющих его ПДС. В настоящее время, по данным экспертов ВОЗ, наблюдается высокая частота дискогенной патологии, способствующей развитию спондилогенных болевых синдромов. Состояние межпозвоночных дисков определяет функциональное состояние позвоночника и адаптационные возможности организма человека (Шукуров Ф.А., Наимов Р., 2005; Комлева Н.Е., Марьяновский А.А., 2012). Нарушение функции и структурные изменения отдельного ПДС можно разделить на несколько стадий:

1. Гиперфункция — перенапряжение мышц, изменение их взаимодействия, избыточный объем движений в ПДС (объем движений в ПДС

определяется высотой межпозвонкового диска и эластичностью соединительнотканых структур).

2. Дисфункция — перегрузка отдельных мышечных групп, сегментарные функциональные блокады, появление триггерных точек и патологических двигательных стереотипов.
3. Дистрофия (остеохондроз) — изменения межпозвонкового диска, фасеточных суставов, в том числе и образование грыж межпозвонковых дисков, сдавливающих корешки спинномозговых нервов.
4. Консолидация — завершение функционально-структурной перестройки ПДС с исключением его из движения (так называемая ортопедическая компенсация) и с неизбежным увеличением нагрузки на соседние сегменты.

С целью профилактики формирования и коррекции патологических двигательных стереотипов необходима гармонизация механических взаимодействий различных составляющих позвоночно-двигательных сегментов (ПДС).

1.1.2. Влияние осанки на работу висцеральных систем организма

Осанкой называется привычная непринужденная поза человека, стоящего без чрезмерного мышечного напряжения.

Позвонки, соединяясь между собой, образуют ряд характерных изгибов: шейный лордоз (изгиб вперед), грудной кифоз (изгиб назад), поясничный лордоз и крестцово-копчиковый кифоз. Изгибы позвоночника выполняют амортизирующую функцию, смягчая толчки и предохраняя головной мозг от сотрясений при беге и прыжках.

При правильной осанке у человека голова сохраняет вертикальное положение, подбородок умеренно приподнят, край орбиты и козелок уха находятся на одной горизонтальной линии; образованные надплечьем и

боковой поверхностью тела углы одинаковы; грудная клетка сохраняет симметрию по отношению к средней линии тела; лопатки прижаты к грудной клетке и находятся на одинаковом расстоянии от позвоночника, нижние углы лопаток лежат на одной горизонтали.

При боковом осмотре правильная конфигурация тела характеризуется подтянутым животом и умеренно поднятой грудной клеткой. При этом лордозы и кифозы позвоночника выражены умеренно; нижние конечности – прямые.

Линия центра тяжести позвоночника проходит через 1-й шейный, тела 6-го шейного, 9-го грудного, 3-го поясничного и 3-го крестцового позвонков. Окончательно все физиологические изгибы формируются к 18-20 годам, удерживаясь формой позвонков, связочным аппаратом и активной силой мышц (Потапчук А.А., Дидур М.Д., 2001).

Исследования физиологов Воронежской государственной медицинской академии показали, что среди учащихся 10-11 лет измененную осанку имеют более 90% школьников; более, чем у 60% школьников отмечаются сколиозы. Установлена взаимосвязь между нарушением осанки и уровнем здоровья и физического развития школьников (Борейша Ю.С. и др., 2012, 2013).

Нарушение осанки человека является функциональным расстройством опорно-двигательного аппарата и не считается заболеванием. Однако, оно сопровождается нарушениями деятельности внутренних органов и функции нервной системы, что способствует развитию в организме целого ряда заболеваний внутренних органов и позвоночного столба. Дисфункции опорно-двигательного аппарата образуют порочные условно-рефлекторные связи, фиксирующие измененную осанку; навык гармоничной осанки утрачивается.

Расстройства осанки могут возникать во фронтальной и сагиттальной плоскостях. Уменьшение и увеличение естественной кривизны позвоночного столба происходит в сагиттальной плоскости.

К расстройствам осанки с возрастанием физиологической кривизны позвоночника относятся:

а) круглая спина – увеличение кифоза грудного отдела позвоночника с резким уменьшением лордоза поясничного отдела;

б) сутуловатость – умеренное увеличение грудного кифоза при уменьшении поясничного лордоза;

в) кругловогнутая спина характеризуется увеличением всех изгибов позвоночника и возрастанием угла отклонения таза кпереди.

К расстройствам осанки с уменьшением естественных изгибов позвоночника относятся:

а) плосковогнутая спина – сглаживание грудного кифоза при обычном или несколько возросшем поясничном лордозе (мышцы живота ослаблены, грудная клетка узкая);

б) плоская спина – уменьшение поясничного лордоза, недостаточность наклона таза (кифоз грудного отдела слабо выражен, отмечается смещение грудной клетки вперед, лопатки крыловидны, нижняя часть живота выступает вперед).

Во фронтальной плоскости наблюдается нарушение осанки, которое получило название «асимметричная осанка». Для нее характерна выраженная асимметрия между левой и правой половинами туловища. Позвоночник представлен дугой, обращенной вершиной влево или вправо, отмечается различие треугольников талии, расположенных между внутренней поверхностью свободно свисающей руки и боковой поверхностью туловища. При асимметричной осанке плечи и лопатки находятся на различных горизонтальных уровнях.

При нарушениях осанки обычно мышцы ослаблены, наблюдается снижение физической работоспособности. Исключение составляет круглая спина, при которой, как правило, хорошо развита сила мышц – сгибателей.

Изменение осанки кроме выраженного косметического дефекта часто сопровождается дисфункцией внутренних органов: расстройством экскурсии диафрагмы и грудной клетки, отклонением от физиологической нормы

жизненной емкости легких, уменьшением динамических изменений внутригрудного давления. Эти изменения негативно отражаются на функционировании дыхательной и сердечно - сосудистой систем, вызывая уменьшение физиологических резервов, снижая адаптационные ресурсы организма. Согнутое положение тела и слабость мышц живота вызывают нарушение перистальтической активности кишечника и затрудняют отток желчи. Снижение амортизирующей функции позвоночника при формировании плоской спины сопровождается постоянными микротравмами головного мозга в процессе ходьбы, бега, прыжков и других движений, что приводит к быстрому утомлению и появлением головной боли. Кроме неврологических расстройств снижается устойчивость позвоночника к различным травмирующим воздействиям, которые могут способствовать развитию сколиоза.

1.1.3. Морфофункциональные особенности позвоночника в подростковом, юношеском, зрелом и пожилом возрасте

В детском и юношеском возрасте происходит замена хрящевого скелета костным. В период активного роста скелета костеобразование преобладает над резорбцией костной ткани. Позвонки начинают окостеневать в конце 8-й недели эмбриогенеза. В каждом позвонке появляются три точки окостенения: одна в теле и две в дуге. Точки окостенения в дуге позвонка сливаются на 1-м году жизни, а дуга с телом позвонка – на 3-м году и позже. Максимальное количество костной массы наблюдается в возрасте от 17-18 до 32-35 лет (Белова А.Н., Щепетова О.Н., 1998).

Крестцовые позвонки развиваются, так же как и остальные, из трех главных точек окостенения. На 17 - 25-м году крестцовые позвонки срастаются в единую кость. Копчиковые позвонки, являясь рудиментарными, получают по одной точке окостенения в различное время (в период от 1 года до 20 лет).

Копчиковые позвонки у молодых людей нередко соединены между собой при помощи хрящевых пластинок (Потапчук А.А., Дидур М.Д., 2001; Иваницкий М.Ф., 2016).

Детский и юношеский возраст характеризуется неустойчивостью осанки, так как на этапе роста организма характерна неравномерность в формировании опорно-двигательного аппарата. Эти диспропорции постепенно уменьшаются, и к завершению роста скелета осанка стабилизируется.

К условиям, на фоне которых на раннем этапе онтогенеза возникают расстройство осанки или образуется правильная осанка, можно отнести развитие мышечно-связочного аппарата, выработку двигательных стереотипов, условия гигиены. Закреплению порочной осанки способствует ограничение нормальной двигательной активности и длительное статическое напряжение мышц (Овечкина А.В. и др., 1999).

Наиболее распространенным видом латерального искривления позвоночного столба является сколиоз, встречающийся более чем у 60% детей школьного возраста (Чаклин В.Д., Абальмасова Е.А., 1973; Борейша Ю.С. и др., 2012, 2013).

Сколиозом считается состояние, характеризующееся боковым фиксированным искривлением позвоночника с торсией тел позвонков. Сколиотическая болезнь – заболевание, которое включает определенный симптомокомплекс, где сколиоз является ведущим, но не единственным симптомом проявления данной патологии (Мовшович И.А., Риц И.А., 1969; Дудин М.Г. и др., 2006).

Теорий, объясняющих условия и причины развития сколиоза, выдвинуто много, от нарушений осанки и патологического динамического стереотипа до некачественного питания и рахита. По этиологическому фактору выделяют приобретенные и врожденные формы сколиоза; по патогенетическим критериям - миотический, дискогенный и гравитационный; по морфологии – структурный и неструктурный сколиозы (Гончарук С.В., Брежнева О.А., 2017).

Пубертатный и препубертатный периоды, когда активно происходит перестройка желез внутренней секреции, ученые относят к этапу высокого риска возникновения сколиоза. В эти периоды происходит более быстрое увеличение деформации позвоночника по сравнению с периодом детства, при этом у мальчиков сколиоз развивается в несколько раз реже по сравнению с девочками (Skogland L.B., Miller J.A., 1978; Morais T.F. et al., 1985; Бахтина Е.Н., 1990).

Прогрессирование деформации позвоночного столба обычно связывают не с ускоренным ростом тела, а с эндокринными процессами, происходящими у ребенка в период полового созревания (Кон Н.И. и др., 1986; Machida M. et al., 1996).

С возрастом вероятность увеличения деформации позвоночного столба снижается. Если сколиоз обнаружен до менархе, то вероятность его прогрессирования в 2 раза выше, чем после установления регулярного менструального цикла. Чем выраженнее искривление позвоночного столба во время обнаружения патологии, тем выше вероятность его активного прогрессирования.

Американские ортопеды утверждают, что в юношеском возрасте при угле искривления позвоночного столба не превышающем 40 градусов вероятность увеличения сколиоза с возрастом значительно снижается (Weinstein S.L., Ponseti I., 1993; Lonstein J.E., Carlson M.C., 1994).

Основой профилактики и лечения нарушений осанки и сколиоза является общая тренировка организма и лечебная физкультура. Лечебная физкультура включает в себя не только специальную лечебную гимнастику, но и постоянно и непрерывно проводимые мероприятия по воспитанию навыков правильной осанки, созданию такой окружающей среды в быту, дома, в школе, которая способствует решению поставленных задач. Занятия лечебной корригирующей гимнастикой строятся из набора различных по целенаправленности физических упражнений: упражнения по формированию и закреплению навыка (рефлекса)

правильной осанки, упражнения по формированию мышечного корсета, обучение и формирование стереотипа правильного дыхания, упражнения на коррекцию нарушений физиологических изгибов позвоночника, упражнения на самовытяжение позвоночника. Комплекс гимнастических мероприятий эффективно сочетается с глубоким рефлекторно-мышечным массажем (Овечкина А.В. и др., 1999; Борейша Ю.С. и др., 2012, 2013).

У людей после 20 лет позвонки начинают подвергаться дегенеративным изменениям, которые после 50 лет встречаются у подавляющего большинства обследованных лиц. Степень дегенеративных изменений в структурах позвоночника может быть обусловлена как естественными инволютивными процессами, так и различными факторами внешней и внутренней среды. К таким факторам относятся, в первую очередь, физическое перенапряжение, значительные статико-динамические нагрузки, гиподинамия, вибрационные воздействия, метаболические и токсические изменения, врожденная патология позвоночника (Комлева Н.Е., Марьяновский А.А., 2012).

Изменения дегенеративного характера начинают формироваться у нижних и верхних краев тел позвонков, где появляются остеофиты – небольшие костные разрастания неправильной формы, в результате площадь нижней и верхней замыкательных пластинок тела позвонка умеренно увеличиваются, в то время как толщина и эластичность межпозвонкового диска уменьшаются. Фасеточные суставы между нижними и верхними суставными отростками также подвергаются изменениям. У краев суставов из костного вещества возникают наросты, формирующие унковертебральный артроз.

Изменения в позвоночнике ведут к постепенному снижению его гибкости и уменьшению общей длины. Высота тел позвонков снижается преимущественно во фронтальной части. У пожилых людей уменьшается объем и сила скелетных мышц. Одновременно с этим снижается упругость и прочность сухожилий и связок. Содержание солей кальция в костях тоже уменьшается, что снижает прочность костного аппарата. Указанные изменения

в позвоночнике можно рассматривать как нормальные в связи с процессом старения (Нордемар Р., 1991).

Многочисленные функции позвоночника могут нарушаться в результате возрастного старения хряща, который начинает терять способность к регенерации с 6-летнего возраста, инфекционных заболеваний (в первую очередь ревматоидного характера), травм позвоночника, врожденных аномалий позвоночника, хронических перегрузок, мышечной гипотрофии. У взрослого человека общая масса скелетной мускулатуры составляет 40% от массы тела.

В результате перечисленных факторов развивается деструктивно-дегенеративный процесс в костно-хрящевых структурах – межпозвонковых дисках. Диски – гидрофильная система, но плохо кровоснабжаемая и не способная к регенерации. С возрастом заметно уменьшается содержание воды в МПД с 90% в молодом возрасте до 65% - в пожилом.

Упругость и эластичность МПД во многом связана с присутствием в дисках особых веществ гликозаминогликанов, определяющих основную функцию дисков – амортизацию нагрузки.

В результате деструктивных изменений высота диска уменьшается, что ведет к сближению суставных поверхностей тел позвонков, увеличению взаимодавления позвонков друг на друга, сужению межпозвонкового отверстия. По этой причине происходит сдавливание нервного корешка и сосудов, нарушается кровообращение спинного мозга (Тазиев Р.В. и др., 2003).

Кроме того, появляется вероятность возникновения «порочного круга». Поражение конструкции ПДС (хрящевой ткани, межпозвонкового диска, связок, суставной капсулы) вызывает болевой рефлекторный спазм паравертебральных мышц, направленный на ограничение движения в патологически измененном отделе позвоночника. Напряженная мышца сжимает сосуды, уменьшая эффективный кровоток.

Дистрофические нарушения позвоночного столба наиболее часто возникают в виде спондилеза, спондилоартроза, хрящевых узлов тел позвонков (грыжи Шморля), остеохондроза позвоночника.

Грыжи Шморля, или хрящевые узлы в телах позвонков, представляют собой выпячивание желеобразного ядра межпозвонкового диска в губчатую субстанцию позвонков через разрывы гиалиновых пластинок.

Спондилез является одной из форм поражения позвоночного столба и выражается окостенением под продольной передней связкой. Патологические костные образования (остеофиты) имеют форму мостиков, начинающихся у места прикрепления продольной передней связки к телам позвонков и огибающих межпозвонковые диски. Процесс обычно ограничивается несколькими сегментами.

Спондилоартрозом является дистрофическое изменение фасеточных, или дугоотростчатых суставов. Диагностика спондилоартроза основана на рентгенологическом выявлении сужения щели сустава с небольшими краевыми костными разрастаниями.

Остеохондроз в клинической практике рассматривается как патоморфологическое состояние позвоночника, которое проявляется дистрофическими изменениями межпозвонковых дисков и примыкающих к ним позвонков. Остеохондроз характеризуется целым рядом рентгенологических признаков: уменьшение толщины межпозвонкового диска и наличие на телах позвонков краевых остеофитов, которые располагаются перпендикулярно продольной оси тела; склероз субхондральных пластинок тел позвонков; скошенный передний край тел позвонков; стабильное и нестабильное смещение позвонка относительно друг друга, выявляемое с помощью функциональной рентгенографии.

Симптомы дистрофических изменений часто развиваются одновременно, распространяются на весь позвоночно-двигательный сегмент, включающий два

смежных позвонка с располагающимися между ними связками, диском и суставами (Белова А.Н., Щепетова О.Н., 1998).

На всех этапах формирования дистрофических изменений в позвоночнике с целью коррекции патологического процесса могут быть применены средства лечебной физкультуры. Однако лучших результатов можно добиться при занятиях ЛФК в подострой, хронической стадиях заболевания, а также в период ремиссии с целью профилактики (Тазиев Р.В. и др., 2003).

Согласно современным представлениям отсутствует четкая грань между возрастными проявлениями, обусловленными естественными биологическими процессами, и болезнями старческого возраста. Угасание стареющего организма сопровождается возникновением целого комплекса патологических симптомов: функциональных (нарушение нейрогормональной регуляции жизнедеятельности организма, снижение резистентности к негативным экологическим факторам, уменьшение устойчивости к динамическим процессам), метаболических (расстройство анаболизма в клетках, органах и тканях, подавление процессов окисления веществ и увеличением количества свободных радикалов), морфологических (перестройка структуры организма с увеличением в органах доли функционально инертной соединительной ткани, угнетением процессов репарации).

С возрастом в костях опорно-двигательного аппарата развивается остеопороз. Сила мышц снижается за счет подавления активности сократительного процесса, уменьшения количества мышечных волокон, замены функционально активной ткани жировой клетчаткой. Масса мышечной ткани в структуре тела пожилых людей уменьшается до 25 – 30%. В старческом возрасте количество жировой ткани превышает 30% от общей массы тела. Результатом таких изменений является мышечная слабость и снижение выносливости организма (Бубновский С.М., 2016; Иваницкий М.Ф., 2016; Steinberg G., 1992).

В позе пожилых людей появляются характерные черты. Увеличение кифоза в грудном отделе позвоночника и сглаживание поясничного лордоза

приводят к наклону головы кпереди. В конечном итоге происходит смещение центра тяжести вперед, что требует дополнительной точки опоры (Белова А.Н., Щепетова, 1998).

В пожилом возрасте костные структуры позвоночника имеют свои особенности. Копчиковые позвонки пожилых людей срастаются в единую кость (копчиковую кость), в то время как у молодых людей они нередко соединены между собой при помощи хрящевых пластинок. (Иваницкий М.Ф., 2016).

В период старения организма остеокластические процессы в костной ткани начинают превалировать над остеобластическими. У мужчин это выражается в потере 20 – 30% костной массы, а в женском организме утрата составляет 40 – 50% (Matkovic V. et al., 1988). Постменструальный период сопровождается быстрым ежегодным снижением плотности костной ткани на 2 – 3%. Это обусловлено подавлением внутрисекреторной деятельности яичников (Белова А.Н., Щепетова О.Н., 1998).

Костная структура позвонка постоянно обновляется за счет работы остеобластов и остеокластов. Механические силы, нагрузки, которым подвергается позвонок, стимулируют клетки. Функциональная активность позвоночника сопровождается интенсификацией костеобразования, уплотнением костной ткани, в то время как снижение активности приводит к распаду костной структуры. Таким образом, гиподинамия, в том числе связанная с тяжелыми заболеваниями и необходимостью длительного пребывания в постели, ведет к распаду костного вещества и развитию остеопороза. Для предотвращения этого необходимо рациональное питание и регулярные занятия физическими упражнениями (Нордемар Р., 1991). Условиями для гармоничного развития и восстановления костной ткани, профилактики остеопороза являются высокая двигательная активность и систематические сбалансированные механические нагрузки на опорно-двигательный аппарат (Белова А.Н., Щепетова О.Н., 1998).

Из литературы известно, что при снятии опорной нагрузки происходят изменения в организации локомоторных движений в суставном аппарате и процессы адаптивного ремоделирования костной ткани у человека и животных (Шпаков А.В., Воронов А.В., 2016). Имеются сведения об активации остеокластогенеза, резорбции костного матрикса, явлениях апоптоза остеоцитов при снятии опорной нагрузки с задних конечностей в эксперименте на животных (Родионова Н.В., Оганов В.С., 2013). При снижении гравитационной нагрузки в условиях моделирования микрогравитации полипотентные клетки стромы теряют чувствительность к остеогенной стимуляции, и процесс дифференцировки остеоцитов не достигает окончательного завершения (Буравкова Л.Б., 2016). С этих позиций любые физические упражнения с элементами гравитационных воздействий (упражнения в вертикальном положении тела, ходьба, бег) обеспечивают профилактику инволютивного остеопороза. Вода создает антигравитационный фон, поэтому плавание менее предпочтительно для предупреждения развития остеомалиции (Корж А.А., 1995; Aloia J., 1978).

Показано, что большие по объему и интенсивности нагрузки в современном спорте не всегда согласуются с физиологическими возможностями организма. Так при перенапряжении опорно-двигательного аппарата в костной ткани спортсмена рентгенологически обнаруживаются поперечные полосы просветления различной интенсивности, нередко встречаются зоны лакунарного рассасывания. В экспериментальных исследованиях на крысах установлено, что в период интенсификации тренировочных нагрузок наблюдается длительная гиперкальциемия, сопровождающаяся выходом кальция из костей, что является причиной снижения их прочности (Беляев Н.Г., Щепилова Ю.А., 2014).

Деятельность остеобластов в большой степени зависит от солей кальция, доставляемых к ним с кровью, поэтому важно, чтобы в ежедневный рацион входило достаточное количество этого элемента. Для его усвоения необходим

жирорастворимый витамин D. Другим элементом, необходимым для остеосинтеза, является фтор. В пищевом рационе фтора должно быть в два раза больше, чем кальция. Увеличение приема фосфатов на фоне недостаточного поступления кальция приводит к формированию вторичного гиперпаратиреоидизма, который приводит к остеопорозу. Прием большого количества натрия с пищей может вызывать остеопороз, потому что провоцирует увеличение выделения кальция с мочой. В пожилом возрасте организм нуждается в поступлении сбалансированного количества белка, однако чрезмерная нагрузка белками животного происхождения вызывает гиперкальциурию и гиперпаратиреоидизм (Heaney, 1992; Nordin et al., 1993 нет в списке литературы) (Нордемар Р., 1991)

1.2. Современные подходы к исследованию функционального состояния и вегетативного статуса организма человека

Нервная регуляция деятельности сердечно-сосудистой системы и других систем внутренних органов, зависит от состояния центров вегетативной нервной системы.

Различные центры автономной нервной системы находятся в тесном функциональном взаимодействии, формируя полноценные реакции организма. Ещё Эппингер и Гесс (1910) опираясь на знания об антагонизме парасимпатического и симпатического отделов автономной нервной системы и учитывая их фармакологические особенности, предпринимали попытки сформировать конституционные типы на основе деления людей на симпатикотоников и ваготоников. У ваготоников выявляется сильная потливость, высокая кислотность желудочного экскрета, эозинофилия, артериальная гипотония, дыхательная аритмия, брадикардия. У симпатикотоников наблюдается тахикардия, ахилия, гипертония, расширение

зрячка, тремор мышц, сухость кожи, появляется склонность к пищевой глюкозурии (Адо А.Д., 1994).

У подростков и детей наблюдается сочетаемость эктоморфии с таким вариантом вегетативной реактивности как ваготония, в тоже время симпатикотония и гиперсимпатикотония чаще ассоциируются с эндоморфией (Бутов В.С., Бутова О.А., 2000; Твердякова Л.В., Бутова О.А., 2005).

Как правило суждение о тоне парасимпатического или симпатического отделов автономной нервной системы формируется по показателям АД, ЧСС, МОК, клиническим проявлениям и вегетативным индексам (Вейн А.М., 1991; Дубровский В.И., 1999; Земцовский Э.В. и др., 2004). В последнее время в исследованиях широкое распространение приобрел метод кардиоритмографии, который основан на математическом анализе изменчивости сердечного ритма. Метод позволяет различать эффекты, связанные с состоянием симпатического и парасимпатического звеньев нервной системы, отражает деятельность сердечно-сосудистой системы и механизмов регуляции работы организма в целом (Баевский Р.М. и др., 1984; Горбунов Н.П., Кузнецова О.Б., 2006; Горст В.Р., 2006; Димитриев В.А. и др., 2011; Лисова И.М., 2013; Пиковская Н.Б., 2013; Пономарева И.А., 2013; Fauchier L., 1999; Zhang R., 2002).

В экспериментальных и клинических исследованиях применяется спектральный метод детализации вариабельности сердечного ритма, показывающий разброс мощности спектра сердечного ритма по отдельным частотным характеристикам (Щербатых Ю.В., 2000; Ноздрачев А.Д., Щербатых Ю.В., 2001; Котельников С.А., 2002; Иванов Г.Г., 2006; Миронова Т.Ф., Миронов В.А., 2006; Moss D. et al., 2003; Elghozi J.L., Julien C., 2007; Yabluchansky N., Kulik A., Martinenko A., 2007; McKee M.G., 2008; Song J.G. et al, 2009; Altuncu M.E., Baspinar O., Keskin M., 2012;).

В настоящее время благодаря оперативной регистрации параметров вариабельности сердечного ритма появилась возможность их анализа в условиях включения в контуры биологической обратной связи (Еремеев С.И.,

Еремеева О.В., Поддубный С.К., 2005; Кривоногова Е.В., Поскотинова Л.В., Демин Д.Б., 2014; Lehrer P.M., Vaschillo E., Vaschillo B., 2000; Sutarto A.P., Abdul Wahab M.N., Mat Zin N., 2010).

1.2.1. Механизмы экстра- и интракардиальной регуляции ритма сердца

Ведущей ритмообразовательной структурой сердца является сино-атриальный узел. Уже на ранних этапах эмбриогенеза в сино-атриальном узле происходят структурные и функциональные преобразования, которые позволяют пейсмекерным клеткам проявлять авторитмическую активность. Потенциалы действия из этого образования распространяются по проводящим трактам сердца, подчиняя все структуры данного органа своему ритму. Данный факт дает возможность рассматривать синоатриальный узел как основной генератор возбуждения в миокарде (Полунин И.Н., 1997; Удельнов М.Г., Самонина Г.Е., 1986; Барабанов С.В. и др., 2001; Полунин И.Н. и др., 2000, 2016).

В отсутствии посторонних влияний сино-атриальный узел генерирует биопотенциалы частотой 60 – 70 в минуту. В тоже время в фактических условиях существования организма частотные характеристики работы сердца обычно изменяются в значительных пределах. Отмечено, что при эмоциональных напряжениях, физических нагрузках, стресс-реакциях количество сердечных сокращений в одну минуту может достигать более 120. При функциональном покое частота сердечных сокращений часто снижаться до 60 ударов в минуту. Под влиянием различных повреждающих факторов может происходить функциональное разобщение пейсмекерных клеток, что приводит к нарушению ритмообразовательной функции сино-атриального узла (Полунин И.Н., 1997; Полунин И.Н. и др., 2000).

Динамическое изменение частоты сокращений сердца при многообразных функциональных состояниях является адаптивной реакцией

организма, выводящей параметры деятельности сердца на режим оптимального функционирования. Нейро-гуморальная регуляция при этом обеспечивает приспособление деятельности сердца к новым реалиям. Нервная регуляция представлена вегетативной нервной системой. В нее включены симпатический, парасимпатический и внутрисердечный отделы. Управление работой сердца осуществляется нервными центрами симпатического отдела вегетативной нервной системы, которые располагаются в латеральных отделах серого вещества на уровне с третьего по шестой сегментов спинного мозга (Удельнов М.Г., Самонина Г.Е., 1986; Барабанов С.В. и др., 2001). К регуляции деятельности сердца также причастны нейроны боковых рогов сегментов в интервале С 8 - Th 9 (Mizeres M.J., 1958; Pardini B.J., Wurster R.D., 1984). Нервные импульсы по аксонам преганглионарных нейронов направляются к нервным клеткам нижних и средних шейных ганглиев и нейронам звездчатых ганглиев верхней части паравертебральных симпатических стволов (Удельнов М.Г., Самонина Г.Е., 1986; Леви М.Н. и Мартин П.Ю., 1988; Фатеев М.М., 1992, 1989; Барабанов С.В., 2001; Hopkins D.A. and Armour J.A., 1984; Pardini B.J., Wurster R.D., 1984; Pardini B.J., 1989).

Нервные сигналы между преганглионарным и ганглионарным нейронами передаются с помощью ацетилхолина, действующего на Н-холинорецепторы постсинаптической мембраны. Обычно симпатические ганглионарные нейроны на терминалях аксонов выделяют в качестве медиатора норадреналин. Однако в последние годы в синаптических везикулах обнаружены нейропептиды, гамма-аминомасляная кислота, ацетилхолин и другие вещества, выступающие в роли нейромедиаторов при передаче регуляторных сигналов на клетки исполнительных органов (Ноздрачев А.Д. и др., 1995; Ноздрачев А.Д., Фатеев М.М., 2002; Маслюков П.М. и др., 2005; Gibbins I.L., 1991; Klimaschewsky L. et al., 1996).

Норадреналин действует на адренорецепторы (AR) кардиомиоцитов, коронарных сосудов, внутрисердечных нервных сплетений. Эффекты действия

симпатической нервной системы определяются взаимодействием адренорецепторов (АР) с катехоламинами. В настоящее время известно о девяти подтипах адренергических рецепторов в кардиомиоцитах млекопитающих и человека: α_{1A} , α_{1B} , α_{1D} , α_{2A} (у крыс α_{2D}), α_{2B} , α_{2C} , β_1 , β_2 , β_3 . В регуляции деятельности сердца принимают участие все перечисленные адренорецепторы (Ватанабе А.М., Линдеманн Дж. П., 1988; Ситдилов Ф.Г., Зефирова Т.Л., 2006; Мартынов А.В., 2014; Зефирова Т.Л., Зиятдинова Н.И., 2016; Ahlquist R.P., 1948; Wenzel D.G., Su J.L., 1966).

По классическим представлениям на постсинаптической мембране располагаются альфа-1 – адренорецепторы, которые в кардиомиоцитах регулируют уровень кальция (Saito et al. нет в списке литературы, 1994; Brodde O.E., 1993; Bylund D.B., 1998; Kamp T.J., Hell J.W., 2000; Varma D.R., Deng X.F., 2000; Зиятдинова Н.И. и др., 2003, 2011). Альфа-2 – адренорецепторы находятся на пресинаптических мембранах ганглионарных нейронов и по принципу обратной отрицательной связи контролируют высвобождение нейротрансмиттеров (Базян А.С., 1981; Авакян О.М., 1988; Langer S.Z., Stepperson N.B., 1982; Vizi E.S., 1983; Liu Q.Y. et al., 1994; Benediktsdottir V.E. et al., 1995; Boehm S., Huck S., 1995; Brodde O.E. et al., 2006).

β_1 – адренорецепторы размещаются на пресинаптической клеточной мембране постганглионарных волокон, регулируя высвобождение медиаторов при помощи обратной положительной связи. Посредством β_1 –адренорецепторов постсинаптической мембраны кардиомиоцитов симпатическая нервная система обеспечивает положительные инотропный, хронотропный, батмотропный и дромотропный эффекты (Piascik M.T., Perez D.M., 2001). Механизм действия норадреналина заключается в активации внутриклеточной аденилатциклазы, а также увеличении проницаемости клеточной оболочки для Ca^{++} и Na^+ (Brown H.F. et al., 1979; Levitzki A., 1988; DiFrancesco D. et al., 1989; Cavalie A. et al., 1991; DiFrancesco D., Tortora P., 1991; Ju Y.K., Allen D.J., 1999; Frere S.G., Luthi A., 2004). Бета-2 –

адренорецепторы, располагающиеся на гладкомышечных клетках коронарных сосудов, вызывают вазодилатацию (Bern R.M., Lewy M.N., 2004). В эксперименте показано, что ингибирование β_2 – адренорецепторов сердца мышцы вызывает значительное снижение продолжительности положительной инотропной реакции в предсердиях и существенное усиление положительного инотропного эффекта норадреналина в желудочках (Мартынов А.В. и др., 2013).

Однако функциональная роль различных подтипов α -АР полностью не расшифрована и является предметом дискуссий и научных исследований. Так блокада разных подтипов α -АР может приводить к разнонаправленным эффектам действия норадреналина на частоту сердцебиений. В экспериментальных исследованиях на крысах (*in vivo* и *in vitro*) показаны возрастные особенности влияния стимуляции и фармакологической блокады разных подтипов α -АР на сердце крыс (Зиятдинова Н.И. и др., 2013; Зефирова А.Л., 2013, 2016; Зефиров Т.Л., Зиятдинова Н.И., 2016).

По классическим представлениям считается, что высокочастотные волны HF отражают парасимпатические воздействия, а медленные волны LF, VLF – преимущественно симпатические воздействия на сердце, хотя происхождение низкочастотных волн BCP не представляется окончательно изученным (Баевский Р.М., 2001; Ramaekers D., 2002; Elghozi J.L., 2007; Song J.G., 2009; Altuncu M.E., 2012). Из литературных источников также известно, что блокада синтеза катехоламинов и различных подтипов адренергических рецепторов сопровождается неоднозначными изменениями вариабельности сердечного ритма, преимущественно VLF и LF диапазонов. Это может быть связано, по мнению исследователей, с реализацией адренергических влияний на пейсмекеры сердца через различные подтипы адренорецепторов, а также с изменением влияния надсегментарного уровня на сердце по принципу обратной связи при недостаточном периферическом звене регуляции в условиях блокады

β1-AP. (Курьянова Е.В. и др., 2015; Robinson R.B., 1996; Waki H., 2006; Goldstein D.S., 2011; Rahman T., 2011).

Известно, что влияние дофамина на сердечную мышцу опосредуется через дофаминергические и адренергические рецепторы, которые локализуются на нервных окончаниях и кардиомиоцитах. Выявлен позитивный инотропный эффект дофамина на желудочки и предсердия крыс, который исчезает во время блокады α-AP и связан с возрастом (Билалова Г.А. и др., 2013; Билалова Г.А. и др., 2014).

Парасимпатическое влияние на сердце значительно превосходит симпатическую стимуляцию (Levy M.N., Martin P.J., 1979). Центры парасимпатического отдела автономной нервной системы, которые управляют работой сердца, находятся в вентролатеральном и дорсальном ядрах блуждающего нерва (Gray A.L. et al., 2004; Bern R.M., Lewy M.N., 2004). Аксоны блуждающего нерва доходят до сердца, где формируются синаптические контакты с нервными клетками интрамуральных ганглиев (Швалев В. Н. и др., 1992). Передача сигналов на ганглионарный нейрон осуществляется посредством ацетилхолина. Информация с постганглионарного волокна на клетки сердца передаётся также с использованием ацетилхолина, который воздействует на различные М-холинорецепторы (M₄, M₃, M₂, M₁) (Ватанабе А.М., Линдемманн Дж. П., 1988; Caulfield M.P., 1993; Осадчий О.Е., 2005). М-холинорецепторы локализуются преимущественно в предсердиях (Birk E., Riemer R.K., 1992). Тормозное влияние центра блуждающего нерва на формирование ритма сердца осуществляется через M₂-холинорецепторы и обусловлено активацией калиевых каналов, угнетением кальциевых каналов, блокированием неселективных катионных токов, обусловленных гиперполяризацией мембраны (Ситдииков Ф.Г., Зефиоров Т.Л., 2006; Hulme E.C. et al., 1998; Caulfield M.P., 1993; Bucchi A.M. et al., 2007; Miao Y. et al., 2013). Активационное влияние

ацетилхолина на ритмообразовательную и сократительную функции сердца реализуется через M_1 -, M_3 - и M_5 -холинорецепторы (Абрамочкин Д.В., Сухова Г.С., 2009; Wang H. et al., 2007; Murakami S. et al., 2013; Voigt N. et al., 2014)

Влияние парасимпатического и симпатического отделов автономной (вегетативной) нервной системы на развитие ритма сердца являются частью сложной многоуровневой и многоконтурной системы контроля и регуляции кровообращения, которая направлена на получение оптимального компенсаторно-приспособительного ответа, отражающего адаптационную реакцию целого организма (Баевский Р.М. и др., 2001). В основании представленного подхода лежат кибернетические положения биологии (Парин В.В. и др., 1966) и теория функциональных систем (Анохин П.К., 1998).

В последнее время при анализе параметров variability сердечного ритма используется двухконтурная модель регуляции, предложенная Р.М. Баевским (Баевский Р.М., 1979). Она отражает нервные и гуморальные механизмы воздействия на физиологические процессы сердца. Модель построена на прямых и обратных связях и включает автономные и центральные регуляторные уровни. Автономный контур регуляции отождествляется с дыхательной синусовой аритмией, центральный контур - с недыхательной. Автономный уровень регуляции сердечного ритма включает сино-атриальный узел, ядра блуждающего нерва, расположенные в продолговатом мозге, и дыхательную систему, осуществляющую обратную связь в пределах данного контура. При этом первичная регуляция ритмообразовательной функции сердца происходит на тканевом уровне в структурах сино-атриального узла (Полунин И.Н., 1997; Полунин И.Н. и др., 2000).

Структура центрального звена регуляции формируется из 3-х морфофункциональных образований. Уровень А (корковые механизмы) координирует деятельность всех систем целостного организма с учетом влияния внешних факторов. Высшие вегетативные центры (уровень Б) обеспечивают равновесие между физиологическими системами организма и

поддерживает гормонально-вегетативный гомеостаз. Центральное звено этого уровня представлено гипоталамо-гипофизарной системой. Согласно современным представлениям гипоталамические ядра выступают в роли высших регуляторов циркадианных ритмов различных уровней организации временных процессов, составляющих в совокупности эндогенное время организма (Чернышова М.Р., 2016). На уровне В центральное место занимает вазомоторный центр, который обеспечивает общий гомеостаз.

Прямая взаимосвязь между автономным и центральным уровнями регуляции осуществляется через гуморальные и нервные (обычно симпатические) каналы. По современным представлениям обратная связь образуется афферентной импульсацией от барорецепторов и хеморецепторов сосудов, сердца и других рецепторных групп организма (Баевский Р.М. и др., 2001). Представленная модель отражает тесную взаимосвязь между биоэлектрическими процессами, которые являются фундаментом нейрофизиологии и кардиофизиологии (Кожевникова Е.В., Кальметьев А.Х., 2008).

1.2.2. Современные исследования функционального состояния организма с использованием кардиоинтервалографии

Традиционно анализ вегетативного статуса проводится по артериальному давлению, частоте сердечных сокращений, объемному кровотоку, вегетативным индексам, клиническим симптомам (Вейн А.М., 1991; Дубровский В.И., 1999; Котельников С.А. и др., 2003; Земцовский Э.В. и др., 2004). В последние десятилетия для оценки роли парасимпатического и симпатического отделов автономной нервной системы в поддержании функций организма широкое распространение получили методы статистического, геометрического и спектрального анализа вариабельности ритма сердца (Баевский Р.М. и др., 1984; Ноздрачев А.Д., Щербатых Ю.В., 2001; Щербатых Ю.В., 2000; Котельников С.А. и др., 2002; Ефремушкин Г.Г. и др., 2005; Димитриев В.А. и

др., 2005; Горбунов Н.П., Кузнецова О.Б., 2006; Миронова Т.Ф., Миронов В.А., 2006; Иванов Г.Г. и др., 2006; Горст В.Р., 2006).

Одной из самых чувствительных структур организма, реагирующих на действие внешних и внутренних раздражителей, является сино-атриальный узел. Многообразные динамичные нервные и гуморальные механизмы регуляции автоматии главного водителя ритма сердца, а также изменение гомеостаза (гипоксия, гипертермия, агликемия, гипертонические среды) отражаются на продолжительности кардиоинтервалов (Полунин И.Н., 1997; Полунин И.Н. и др., 2000; Зефилов Т.Л. и др., 2001; Котельников С.А. и др., 2002; Зиятдинова Н.И. и др., 2003; Baruscotti M. et al., 2005). Такие изменения продолжительности кардиоинтервалов называются стационарными. В каждой кардиоинтервалограмме встречаются также и нестационарные элементы, которые появляются при экстремальных условиях существования, а также в переходные периоды онтогенеза. Кроме того, в сердечном ритме определяются колебания, которые обусловлены реакцией ведущего водителя ритма на случайные помехи, появляющиеся внутри и вне организма. Диапазон разброса кардиоциклов при некоторых функциональных состояниях достигает 50% (Баевский Р.М. и др., 2001; Флейшман А.Н., 1999, 2001; Гаврилушкин А.П., Маслюк А.П., 2001; Goldberger D.S., 1991).

Вариабельность ритма сердца, обусловленная различными функциональными состояниями, получила название синусная аритмия (Баевский Р.М. и др., 2001). Динамическое изменение продолжительности кардиоинтервалов может свидетельствовать об особенностях гомеостаза и «цене» адаптации, проявлениях компенсаторно-приспособительных реакций (Парин В.В. и др., 1967; Баевский Р.М., 1979). Одним из проявлений срыва адаптации может явиться слабость синусового узла (Полунин И.Н., 1997; Полунин И.Н. и др., 2000).

Математический анализ вариабельности сердечного ритма используется для получения и обработки информации о состоянии регуляторных систем,

которые управляют как синоатриальным узлом сердца, так и целым организмом, а сам синусовый узел расценивается в качестве индикатора высших контуров управления (Баевский Р.М., 1979).

Продолжительность кардиоинтервалов устанавливают на основании анализа регистрации кардиоциклов: электрокардиографии, эхокардиографии, реографии, рентгенокинематографии, плетизмографии. Между продолжительностью кардиоинтервалов и частотой сердечных сокращений формируется обратная зависимость (Котельников С.А. и др., 2002).

Длительность кардиоинтервалов выражают в секундах или миллисекундах. Графическое отражение продолжительности кардиоинтервалов (кардиоинтервалограмма) производят в виде вертикальных столбиков. По оси абсцисс отображается нумерация кардиоинтервалов, по оси ординат время продолжительности в долях секунды (Жемайтите Д., 1982) (рис. 1).

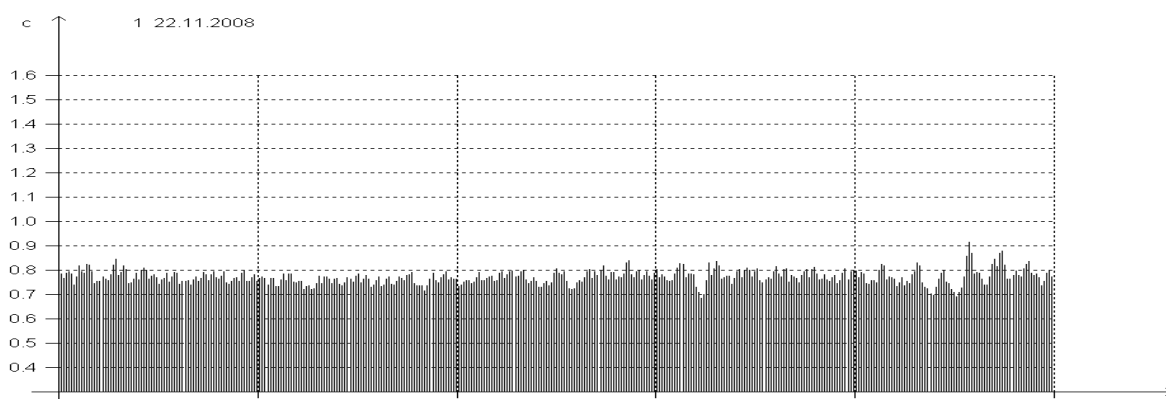


Рис. 1. Кардиоинтервалограмма

Кардиоинтервалограмма представлена зубчатой кривой, соединяющей точки пересечения моментов завершения кардиоинтервалов, последовательно зафиксированных на горизонтальной оси, с длительностью каждого интервала.

Современный анализ variability сердечного ритма предусматривает разложение ритмограмм на гармоники по Фурье. Гармоники или синусоиды различаются по амплитуде и частоте. Амплитуда волнового процесса дает воз-

возможность оценить мощность каждой частоты в структуре variability сердечного ритма. Графическое изображение гармоник называется спектрограммой (рис. 2). На участках спектрограмм с различными частотными характеристиками четко выявляются пиковые фрагменты большой амплитуды. Первый фрагмент лежит в диапазоне от 0 до 0,04 Гц и в соответствии с международной классификацией (Heart rate variability, 1996) называется очень низкочастотной волной - Very Low Frequency. Второй находится в диапазоне 0,04 - 0,15 Гц и называется низкочастотной волной - Low Frequency. Третий, располагающийся в границах 0,15 - 0,4 Гц, носит название высокочастотной волны – High Frequency.

При описании спектральных волн ВСР часто используют терминологию, которая принята для обозначения волн кровяного артериального давления. Волны привязанные к различным физиологическим процессам, протекающим в организме, получили название волны Майера, Траубе (отражают ритмические процессы гемодинамического центра), волны Геринга (связаны с дыхательным ритмом) (Котельников С.А. и др., 2002).

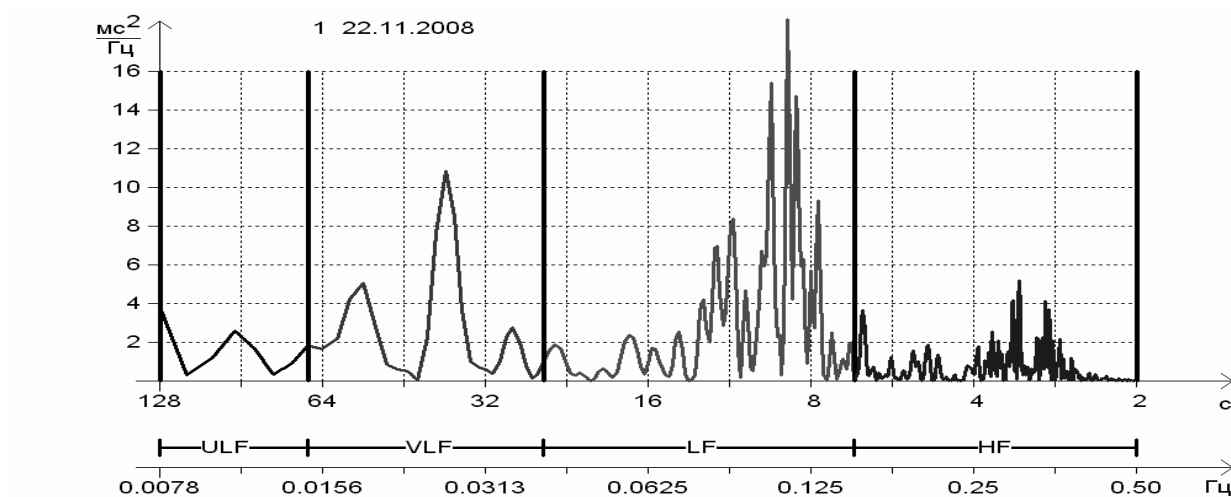


Рис. 2. Спектрограмма

В высокочастотном диапазоне спектрограммы обычно наблюдается один пик волн в диапазоне 0,2-0,3 Гц, который по мнению большинства авторов

связан с актом дыхания. Дыхательная синусовая аритмия встречается у позвоночных и отражает сердечно-дыхательные взаимосвязи (Yasuma F., Hayano J., 2004). Дыхательная синусовая аритмия модулируется дыхательным ритмом, дыхательным объемом и структурой инспираторно-экспираторного цикла (Strause-Blasehe G., 2000; Wilhelm F.H., 2004).

Отмечено, что при изменении ритма дыхания происходит смещение «дыхательного» пика на спектрограмме синхронно с дыхательными движениями (Котельников С.А. и др., 2002). Реализация подъема кривой спектрограммы в области 0,2-0,3 Гц происходит при участии эфферентных волокон блуждающего нерва.

Существует несколько точек зрения на природу дыхательных волн ВСР. К ним относят аксон-рефлекс с рецепторов растяжения легких, который при вдохе формирует импульсы в пределах периферических нервных структур, оказывающих влияние на ритмообразовательную функцию сердца (Ноздрачев А.Д., 1995). В происхождении влияния дыхательной периодики на продолжительность кардиоинтервалов рассматривают также участие барорецепторного механизма (Keyl C. et al., 2000).

Участие центрального механизма регуляции представлено процессом торможения инспираторными нейронами дыхательного центра преганглионарных кардиоингибиторных нейронов. Действие дыхательного центра на механизмы формирования ритма сердца может быть опосредовано ретикулярной формацией, которая тормозит распространение возбуждения по проводящим путям, вызывая смещение фаз биоритмов сердца и дыхания.

Между вегетативными центрами продолговатого мозга существует тесное взаимодействие. Дыхательная периодика оказывает выраженное влияние на большинство функциональных параметров сердечно-сосудистой системы. Считается, что реализация сердечно-дыхательного синхронизма происходит с участием центра блуждающего нерва. В естественных условиях существования организма формирование ритма сердца реализуется иерархической системой,

которая включает целостный головной мозг (Покровский В.М., 2016; Полищук Л.В., Схинас А.А., 2016; Zollei E., 2007). Сигналы от различных контуров регуляции достигают сино-атриального узла, который является тканевым уровнем формирования ритма сердца (Полунин И.Н., 1997; Полунин И.Н. и др., 2000).

Известный интерес имеют результаты исследований сократительной способности сердца в связи с нарушением дыхательного ритма во время сна (Лышова О.В., Проворотов В.М., 2006; Miller W.P., 1982; Cripps T. et al., 1992; Flemons W.W. et al., 1993; Alonso-Fernandes A., 2005). Считается, что ночная циклическая тахи-брадикардия и синусовая брадиаритмия имеют ваготонический характер (Miller W.P., 1982; Lasarus A., 1993). Причинами кардиоритмических расстройств могут быть гипоксия, гиперкапния, изменения давления в грудной полости (Koehler U., 1991; Cripps T. et al., 1992; Pepin J.L., Levy P., 2002; Ivancev V., 2007).

Оценка вариабельности сердечного ритма базируется на статистических методах, геометрических методах (вариационная пульсометрия), автокорреляционном анализе, скатерографии, спектральных методах. Терминологические выражения и физиологическая интерпретация основных показателей ВСР показаны в таблице 1.

Спектральный анализ вариабельности сердечного ритма, отраженный в характеристиках волн очень низкой, низкой и высокой частоты колебаний, на сегодняшний день является одним из главных методов математической разборки ритма сердца, дающий возможность оценивать вклад различных нейро-эндокринных контуров в функционирование и регуляцию кардиоваскулярной системы (Мамий В.И., 2003; Pagani et al., 1986; Elghozi J.L., Julien C., 2007).

В настоящее время статистические и спектральные методы анализа вариабельности сердечного ритма широко используются в исследованиях возрастного формирования регуляции сердечной деятельности (Ситдилов Ф.Г.,

Главные показатели variability ритма сердца

(по Баевскому и др., 2001)

Обозначения	Наименования показателей	Физиологическая трактовка
MxDMn	Разность между минимальным и максимальным значениями кардиоинтервалов	Наибольшая амплитуда регуляторных влияний
ЧСС	Частота сердечных сокращений	Средний функциональный уровень системы кровообращения
Mo	Мода – очень часто встречающееся значение кардиоинтервала в изучаемом динамическом ряду	Наиболее ожидаемый уровень активности сердечно-сосудистой системы
АМо	Амплитуда моды – это встречаемости кардиоинтервалов, которые соответствуют значению моды, в процентах	Условная величина активности симпатического компонента регуляции
SI	Индекс напряжения систем регуляции (стресс-индекс)	Уровень напряжения систем регуляции (уровень преобладания деятельности центральных процессов регуляции сердца над автономными)
CV	Коэффициент вариации целого массива интервалов сердечных циклов	Нормированная величина суммарного эффекта сердечной регуляции

Савин В.Ф., 1987; Зефирова Т.Л., 1999; Стручкова И.В., 2012; Курьянова Е.В., Жукова Ю.Д., 2013; Лоскутова А.Н., Максимов А.Л., 2013; Торшин В.И. и др., 2013; Абаскалова Н.П. и др., 2016), оценки активности структур автономной нервной системы и выраженности реакции организма на стрессорные воздействия (Алипов Н.Н. и др., 2005, 2006; Сальников Е.В. и др., 2007, Власенко Н.Ю. и др., 2016), а также в целях диагностики функциональных состояний и прогноза эффективности лечебно-профилактических мероприятий (Берёзный Е.А. и др., 2005; Агаджанян Н.А. и др., 2006; Горст В.Р., 2009, Ковалева А.В. и др., 2013; Цатурян Л.Д., Кувандыкова Р.Х., 2016 а, 2016 б).

Анализ variability сердечного ритма широко используется в клинической медицине и физиологии (Попов В.В., Фрицше Л.Н., 2006; Лисова И.М., Манюков Е.А., 2012; Яровая А.О. и др., 2015). Анализ ВСР применяют для оценки вегетативного гомеостаза и адаптивных возможностей организма,

диагностики функциональных состояний (Кулев А.Г., 2007; Машин В.А., 2007; Муралиев Э.Ж. и др., 2007; Муха Ю.П., Бугров А.В., 2007; Батаговская Т.А., Василенко Ф.И., 2016; Urban-Rovan V., 2007).

Анализ показателей ВСР в настоящее время используется для донозологической диагностики переходных состояний, оценки вегетативного статуса и функционального состояния студентов в процессе адаптации к различным условиям обучения в вузах (Баевский Р.М., 2011; Димитриев В.А. и др., 2011; Коновалова Г.М., Севрюкова Г.А., 2011; Погребняк Т.А. и др., 2013; Арабзода С.М., 2016; Гулова Г., 2016, Жданов Р.И. и др., 2016; Курбанов Б., Шехова М., 2016; Шутова С.В., 2016).

Сопоставление результатов анализа ВСР с приспособительными возможностями организма свидетельствует, что студенты с умеренным преобладанием парасимпатического влияния имеют более высокий адаптационный потенциал к физическим нагрузкам (Обухова А.В. и др., 2008; Шлык Н.И., 2009). В то же время, изучение вегетативного статуса свидетельствует о тенденции к возрастанию тонуса симпатического отдела автономной нервной системы у учащихся под влиянием неблагоприятных экологических и социальных условий, что в общем может отразиться на адаптивных возможностях организма человека (Жоголева О.А. и др., 2008; Сорокин К.А. и др., 2014).

Динамика интегральных характеристик ВСР у студентов при экзаменационном стрессе, а также в условиях однодневного и недельного учебного процесса указывает на возрастание активности симпатического отдела автономной (вегетативной) нервной системы и синхронное снижение активности парасимпатического отдела в период экзаменационной сессии (Щербатых Ю.В., 2001; Геворкян Э.С. и др., 2006). Анализ показателей variability сердечного ритма дает возможность выявить различия в процессах вегетативной регуляции ритма сердца при физической и умственной деятельности у детей младшей школьной возрастной группы (Шлык Н.И. и др.,

2011). В настоящее время в литературе появляются сведения о наличии гендерных и индивидуально-типологических особенностей вариабельности сердечного ритма у человека и животных разных возрастных групп (Веневцева Ю.Л. и др., 2011; Курьянова Е.В., 2011; Сабирьянов А.Р., Сабирьянова Е.С., 2011; Семенов Ю.Н., 2012; Комиссарова О.В., Дорохов Е.В., 2016; Северина Е.А., Торшин В.И., 2016; Шаламова Е.Ю., Сафонова В.Р., 2016). С возрастом у человека отмечается уменьшение вариабельности частоты сердечных сокращений, однако под воздействием эстрогенов развивается кардиопротекторный эффект (Торшин В.И. и др., 2013; Neves V.F.C., 2007).

В настоящее время в экспериментальных исследованиях для изучения активности отделов вегетативной нервной системы и физиологических механизмов формирования волн ВСР производится фармакологическая блокада и стимуляция периферических и центральных адренергических и холинергических структур (Алипов Н.Н. и др., 2005; Кириллина Т.Н. и др., 2006; Сальников Е.В. и др., 2007; Сергеева О.В. и др., 2008, 2014; Курьянова Е.В., Теплый Д.Л., 2014; Rimoldi et al., 1990; Kuo et al., 2005; Piccirillo et al., 2009; Elghozi J.L., Julien C., 2007). Так, в частности, было показано, что блокада центральных адренергических структур приводит к определенным стойким изменениям ВСР (преимущественно VLF). Холинергические механизмы разного уровня участвуют в формировании мощности волн ВСР всех частотных диапазонов (Курьянова Е.В. и др., 2015, 2016).

Математический анализ ВСР у людей в условиях относительного функционального покоя, при гипоксии большой степени выраженности и при физических нагрузках различной мощности позволил выделить различные функциональные состояния, типы адаптации и уровни здоровья обследуемых лиц (Сентябрев Н.Н., 2004; Шукуров Ф.А., 2008; Кузьмин А.А. и др., 2013).

Показатели сердечного ритма могут выступать в роли маркеров целого ряда функциональных состояний организма у спортсменов (Головин М.С., Айзман Р.И., 2014; Шлык Н.И. и др., 2014). После продолжительных аэробных

физических тренировок наблюдается снижение низкочастотного и повышение высокочастотного компонентов спектра variability сердечного ритма, что обусловлено оптимизацией вегетативной иннервации сердца (Zoppini G., 2007). Супермаксимальное физическое напряжение приводит к подавлению ВСР (Niewiadomski W., 2007).

Вариационная пульсометрия и обработка спектра волн ритма сердца имеют прогностическую ценность, позволяют определить уровень адаптации организма. Продолжительное увеличение ЧСС сопряжено с повышением смертности, увеличением заболеваемости и развитием острой коронарной недостаточности (Терещенко С.Н. и др., 2007). Выявлено, что излишняя стабильность продолжительности кардиоинтервалов, также как и избыточная хаотичность свидетельствуют о расстройстве механизмов гомеостаза и представляются неблагоприятными прогностическими условиями. Изменение частотной характеристики сердечного ритма, как правило, зависит от особенностей исходного баланса отделов вегетативной нервной системы (Маляренко Т.Н. и др., 2008).

Изучение кардиоинтервалограмм с помощью новейшей аппаратуры позволяет определить функциональные возможности человека в ходе трудовой деятельности. Было выявлено, что длительные нервно-психические и физические перегрузки в процессе профессиональной деятельности приводят к выраженному напряжению и даже перенапряжению систем регуляции. Такое состояние требует активизации протекторных механизмов и вспомогательных функциональных ресурсов (Сакиев К.З., Сраубаев Е.Н., 2008; Ешманова А.К. и др., 2011).

В литературе имеются сведения об особенностях регуляторных механизмов сердечной деятельности у лиц с разными антропометрическими характеристиками, соматотипами (Шаханова А.В., Кузьмин А.А., 2011; Торшин В.И. и др., 2013) и представителей различных экстремальных профессий

(Бутова О.А., 2011; Ревина Н.Е., Овчинникова А.С., 2011; Смагулов Н.К., Мухамеджанов А.М., 2011; Кривошеина Н.П. и др., 2013).

На ранних стадиях водолазного погружения значительно меняется волновая конструкция сердечного цикла, которая заключается в увеличении доли очень низкочастотных спектральных волн, снижении доли высокочастотных и низкочастотных волн спектра ВСР, увеличении доли центрального звена управления ритмом сердца на фоне стабильной суммарной мощности спектра сердечного ритма (Ефиценко Е.В. и др., 2008).

В процессе исследования больных с патологией сердца выявлена взаимообусловленность между временными параметрами ВСР и различными вариантами клинического течения артериальной гипертонии и ишемической болезни сердца (Люсов В.А., 2007; Лебедь В.Г., Королева Е.Б., 2011; Максимов Н.И., Кудрина Е.В., 2011; Миронова Т.Ф. и др., 2011; Курданова М.Х. и др., 2013). Динамика показателей спектрального анализа ВСР и вариационной пульсометрии зависит от фазы цереброваскулярных заболеваний и свидетельствует о дезинтеграционных нарушениях приспособительных механизмов (Мухаметжанова С.Е., 2006). Обозначены перспективы оценки ВСР при эндокринных заболеваниях у человека для выявления ранних стадий развития диабетической кардионейропатии, метаболического синдрома, тиреотоксикоза и гипотиреоза (Яровая А.О. и др., 2015; Вуду Л.Ф., 2016; Verrier R.L., Antzelevitch C., 2004; Park S.K. et al., 2006). В эксперименте показано, что инсулиновая гипогликемия у стрессированных крыс существенно изменяет сердечный ритм в сторону преобладания активности парасимпатического отдела ВНС, а последующее введение глюкозы купирует эти изменения (Фатеев М.М. и др., 2014). Имеются сведения об эффективности использования биоуправления параметрами ВСР при сахарном диабете (Поскотинова Л.В. и др., 2011; Lehrer P.M. et al., 2000; McGinnis R.A. et al., 2005; McGrady A., 2010).

Разбор variability сердечного ритма дает возможность оценить неврологический статус и определить эффективность проведения различных техник мануальной терапии (Звездин М.С., 2006; Barbic F., 2007).

Комплексная психодиагностическая, клиничко-физиологическая и иммунологическая оценка женщин во время беременности в сочетании с исследованием variability сердечного ритма дает возможность выявить особенности адаптации к родовой деятельности (Мамиев О.Б., 2006).

Методика компьютерной кардиоинтервалографии дает возможность установить характер функционирования автономной нервной системы у пострадавших с легкими проявлениями черепно-мозговых травм во время проведения криминальной экспертизы (Малахов Н.В., 2007). Спектральный анализ variability сердечного ритма на основе компьютерной кардиоинтервалографии продолжительностью более двадцати минут дает возможность диагностировать гибель головного мозга (Елфимов А.В., Спирин Н.Н., 2006).

Математический анализ variability сердечного ритма нашел применение при изучении реакции организма на раздражители внешней среды. Среди многообразия факторов, которые приводят к нормализации циркадианного профиля сердечного ритма, необходимо выделить пролонгированное влияние классической музыки, усиливающее парасимпатический эффект, повышающее активность трофотропных и эрготропных систем (Кириллова И.А. и др., 2007; Дорохов Е.В. и др., 2014).

Показано, что сокращение длительности R-R интервалов под влиянием линейных ускорений обусловлено состоянием вестибулярного аппарата (Jauregui-Renaud K. et al., 2006).

Использование регуляторных пептидов в клинической практике может приводить к изменению ряда электрокардиофизиологических показателей, таких как продолжительность кардиоцикла, периода рефрактерности

предсердно-желудочкового соединения и внутрисердечного проведения (Осадчий О.Е., 2001).

ГЛАВА II. МЕТОДЫ И МАТЕРИАЛЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1. Общая характеристика и объект исследований

Работа проводилась на кафедре нормальной физиологии Астраханского государственного медицинского университета. Моделирование антигравитационного состояния проводилось на практически здоровых студентах 18 – 22 лет. Этот этап онтогенеза является переходным от поздней юности к ранней взрослости и может быть отнесен к возрастному кризису молодости (Черникова Т., 2004).

Клинический фрагмент исследований выполнен в отделении кинезиотерапии и восстановительного лечения Астраханского областного социально-реабилитационного центра «Русь» и ЧУЗ «Медико-санитарная часть». Под наблюдением находились пациенты зрелого (95%) и пожилого возраста (5%) с вертеброгенной патологией (спондилез, спондилоартроз, остеохондроз позвоночника II-III степени). Данные дистрофические изменения развиваются обычно одновременно, охватывая весь позвоночно-двигательный сегмент, включающий два смежных позвонка с расположенным между ними диском, связками и суставами (Белова А.Н., Щепетова О.Н., 1998; Попелянский Я.Ю., 2005). При этом учитывалась возрастная периодизация, принятая на специальном симпозиуме физиологов, морфологов и биохимиков в 1965 году (Безруких М.М., Фарбер Д.А., 2000). Всего под наблюдением находилось 149 человек (69 мужчин, 80 женщин). Общая структура исследования представлена в таблице 2.

Функциональное состояние и вегетативный статус испытуемых оценивались в условиях относительного покоя, снятия гравитационной нагрузки на позвоночник (вертикальное вытяжение) и выполнения лечебно-восстановительных мероприятий (постизометрическая релаксация мышц,

Структура исследования функционального состояния организма и ритма сердечной деятельности в условиях релаксации паравerteбральных мышц и тракционных воздействий на позвоночник.

Предмет исследования	Методы исследования	Изучаемые показатели	Количество испытуемых		
			всего	женщины	мужчины
Функциональное состояние организма у испытуемых с различным исходным тонусом вегетативной нервной системы при вертикальном вытяжении позвоночника (возраст 18-22 года).	Антропометрические, клинико-физиологические	ЧСС, АДс, АДд, СО, МОК, АП, ИКТ, длина тела, масса тела, возраст	30	15	15
	Электрофизиологические исследования с помощью программы ИСКИМ6 комплекса «Варикард 2.51»	показатели ВСР: МхDMn, Мо, АМо, SKO, TP, HF, VLFP, LFP, VLF/HF, LF/HF, Si, IC, ПАРС			
Функциональное состояние и вегетативный статус организма до и после проведения упражнений в изометрическом режиме (возраст 39,2±2,2 года).	Антропометрические, клинико-физиологические	ЧСС, АДс, АДд, СО, МОК, АП, длина тела, масса тела, возраст	55	31	24
	Электрофизиологические исследования с помощью программы ИСКИМ6 комплекса «Варикард 2.51»	показатели ВСР: МхDMn, Мо, АМо, SKO, TP, HF, LF, ULF, HF, VLFP, LFP, VLF/HF, LF/HF, Si, IC, ПАРС			
Функциональное состояние и вегетативный статус организма в условиях проведения тракционной терапии (возраст 50,6±1,2 года).	Антропометрические, клинико-физиологические	ЧСС, АДс, АДд, ИК, СО, МОК, АП, длина тела, масса тела, возраст	64	34	30
	Электрофизиологические исследования с помощью программы ИСКИМ6 комплекса «Варикард 2.51»	показатели ВСР: МхDMn, Мо, АМо, SKO, TP, HF, VLFP, LFP, VLF/HF, LF/HF, Si, IC, ПАРС			

горизонтальное вытяжение позвоночника на специальном терапевтическом мате «Детензер», процедуры на массажно-тракционном столе «Анатомотор»). Под функциональным состоянием понимают комплекс фактических характеристик организма, которые обеспечивают выполнение определенного адекватного вида деятельности. Важнейшей особенностью функциональных состояний является интеграция механизмов регуляции вегетативных и соматических функций (Вейн А.М., 1991; Анохин П.К, 1998; Судаков К.В., 2000, 2011).

2.2. Функциональные методы

Измерение артериального давления проводили аускультативным методом с регистрацией систолического и диастолического давления. Измерение пульса проводили на лучевой артерии. По пульсу оценивали частоту, ритм, наполнение, напряжение и состояние стенок сосудов.

Адаптационный потенциал (АП) или так называемое функциональное состояние (ФС) сердечно-сосудистой системы исследовался в условиях относительного покоя и в проведения лечебно-восстановительных мероприятий (Баевский Р.М., Берснева А.П., 1997; Агаджанян Н.А. и др., 2006).

Определение адаптационного потенциала проводилось по основным функциональным показателям гемодинамики: артериальному давлению (АД) и частоте сердечных сокращений (ЧСС), а также по росту и массе тела, возрасту человека.

Цифровые значения вводились в формулу:

$$АП = 0,011 \times ЧСС + 0,014 \times АДс + 0,008 \times АДд + 0,014 \times В + 0,009 \times МТ - 0,009 \times Р - 0,27$$

где, ЧСС в минуту; АДс, АДд в мм рт.ст.; В (возраст) в годах; МТ (масса тела) в кг; Р (длина тела) в см.

Определение степени адаптированности:

Степень адаптированности	Баллы
удовлетворительная	менее 2,60
напряжение адаптационных механизмов	от 2,60 до 3,09
неудовлетворительная	от 3,10 до 3,60
срыв адаптационных механизмов	более 3,60

Для комплексной оценки состояния ВНС у испытуемых определяли индекс Кердо, который рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{ИК} = (1 - \text{АДд/ЧСС}) \times 100$$

где, АДд в мм рт.ст.; ЧСС в минуту.

Поскольку показатели активности вегетативной нервной системы характеризуются значительной вариабельностью, мы рекомендуем выделить три типа симпатикотоников и три типа ваготоников:

- слабо выраженные симпатикотоники: ИК от +1 до +10 усл. ед.;
- умеренно выраженные симпатикотоники: ИК от +11 до +25 усл. ед.;
- ярко выраженные симпатикотоники: ИК более +25 усл. ед.;
- слабо выраженные ваготоники: ИК от -1 до -10 усл. ед.;
- умеренно выраженные ваготоники: ИК от -11 до -25 усл. ед.;
- ярко выраженные ваготоники: ИК менее - 25 усл. ед.

Предложенная классификация позволяет провести более дифференцированный анализ вегетативного статуса испытуемых. В настоящей работе слабо выраженные симпатикотоники и слабовыраженные парасимпатикотоники нами были отнесены к нормотоникам. К симпатикотоникам и парасимпатикотоникам были отнесены ярко и умеренно выраженные типы деятельности отделов автономной нервной системы.

Тонус вегетативной нервной системы определяется также по степени выраженности стресс-индекса (S_i), рассчитанного методом анализа вариабельности ритма сердца (Семенов Ю.Н., Баевский Р.М., 1996). По степени выраженности стресс-индекса формируют три группы преобладания активности отделов вегетативной нервной системы. В первую входят испытуемые с S_i меньше 80 условных единиц (парасимпатикотоники), во

вторую с Si от 80 до 150 условных единиц (нормотоники), в третью с Si больше 150 условных единиц (симпатикотоники).

Систолический объем определяли по формуле Старра:

$$CO = 90,97 + 0,54 \times \text{ПАд} - 0,57 \times \text{АДд} - 0,61 \times V$$

где, ПАд, равное АДс – АДд, в мм рт. ст.; V (возраст) в годах.

Минутный объём крови рассчитывался по следующей формуле:

$$\text{МОК} = \text{СО} \times \text{ЧСС}$$

где, СО в мл; ЧСС в минуту.

При умеренном повышении тонуса симпатического отдела автономной нервной системы МОК повышается; при увеличении тонуса парасимпатического отдела – понижается (Вейн А.М., 1991).

Пропорциональность телосложения определялась с помощью массоростового индекса Кетле (ИКт), рассчитывающегося по формуле:

$$\text{ИКт} = \text{масса (г)} / \text{рост (см)}.$$

2.3. Электрофизиологическое исследование variability сердечного ритма

Вегетативный статус и функциональное состояние организма оценивались путем математического анализа кардиоинтервалов на основе 5 минутной регистрации ЭКГ. Запись проводилась во II стандартном отведении с помощью программно-аппаратного комплекса «Варикард 2.51» (ТОО «Рамена» г.Рязань), предназначенного для исследования variability сердечного ритма. Полученную информацию обрабатывали по прикладной программе ИСКИМ6 (Семенов Ю.Н., Баевский Р.М., 1996).

Под variability сердечного ритма (BCP) понимают изменчивость продолжительности интервалов R – R последовательных циклов сердечных сокращений за определенные промежутки времени, выраженность изменений частоты сердечных сокращений относительно среднего уровня ЧСС.

Вариационная пульсометрия состоит в изучении закономерностей распределения кардиоинтервалов в виде случайных величин и содержит следующие показатели: $MxDMn$ (мс) – вариационный размах - разность между минимальным и максимальным величинами кардиоинтервалов; Mo (мс) – мода - наиболее часто наблюдаемое значение R-R интервала в изучаемом ряду; AMo – амплитуда моды - число кардиоинтервалов, которые соответствуют значению моды (Mo), в процентах от общего объема выборки; SI – индекс напряжения систем регуляции (Баевский Р.М., 1979). Тип вегетативной регуляции оценивался по индексу напряжения и сравнивался с нормативными критериями (табл. 3), полученными другими авторами (Семенов Ю.Н., Баевский Р.М., 1996; Блинова Н.Г., 2000).

Индекс напряжения систем регуляции рассчитывается по формуле:

$$SI = AMo / (Mo * 2 * MxDMn)$$

где, AMo – процент встречаемости кардиоинтервалов, который соответствует значению моды;

Mo – чаще всего встречающийся кардиоинтервал;

$MxDMn$ - перепад между максимальным и минимальным значениями кардиоинтервалов.

Таблица 3

Компоненты математического анализа ВСР

Показатель	Единица измерения	Тип регуляции	Физиологическая интерпретация
Mo	мс	670-780-нормотония ниже 670-симпатикотония выше 780-парасимпатикотония	Величина, обратная пульсу. Характеризует активность синусного узла и параметры кровообращения
AMo	%	32-41-нормотония выше 41-симпатикотония ниже 32-парасимпатикотония	Отражает эффект стабилизирующего влияния симпатической нервной системы на кардиоритм
$MxDMn$	мс	240-310-нормотония ниже 240-симпатикотония выше 310-парасимпатикотония	Указывает на степень влияния на кардиоритм парасимпатической нервной системы
SI	условные единицы.	80-150-нормотония выше 150-симпатикотония ниже 80-парасимпатикотония	Показатель суммарной активности центрального контура регуляции сердечно-сосудистой системы

Для оценки состояния автономной нервной системы и вегетативного статуса нами также были исследованы статистические характеристики динамичного ряда кардиоинтервалов и показатели спектрального анализа variability ритма сердца TP (мс^2), ULF (мс^2), VLF (мс^2), LF (мс^2), HF (мс^2), VLFP (%), LFP (%), HFP (%), VLF/HF, LF/HF, IC (усл. ед.), ПАРС (усл. ед.) (табл. 4).

Таблица 4

**Элементы спектрального анализа variability сердечного ритма
(по Баевскому Р.М. и др., 2001)**

Сокращенное обозначение	Название показателей	Физиологическая трактовка
1	2	3
TP	Суммарная спектральная мощность ВСР (мс^2)	Абсолютный уровень суммарной активности систем регуляции
HF (%)	Мощность высокочастотного компонента спектра ВСР (% от общей мощности колебаний)	Относительная величина активности парасимпатического компонента регуляции
LF (%)	Мощность низкочастотного компонента спектра ВСР (% от общей мощности колебаний)	Относительная величина активности вазомоторного нервного центра
VLF (%)	Мощность очень низкочастотного компонента спектра ВСР (% от общей мощности колебаний)	Относительная величина активности симпатического компонента регуляции
LFav	Средняя величина мощности низкочастотного компонента спектра ВСР (мс^2)	Средняя абсолютная величина активности вазомоторного нервного центра
VLFav	Средняя величина мощности очень низкочастотного компонента спектра ВСР (мс^2)	Средняя величина активности симпатического компонента вегетативной регуляции (в основном надсегментарных отделов)
LFav/HFav	Отношение средней величины низкочастотного компонента спектра ВСР к высокочастотному	Относительная активность симпатического подкоркового нервного центра
IC	Индекс централизации	Уровень централизации управления сердечным ритмом (превалирование активности центрального звена регуляции над независимым)

Спектральный анализ ВСР выполнялся с помощью прикладной программы ИСКИМ6 диагностического комплекса «Варикард 2.51» на базе трех диапазонов частот спектра волнового процесса: очень низкочастотных,

низкочастотных и высокочастотных. Каждый частотный диапазон отражает инвестицию различных уровней регуляции в координирование вегетативных функций (табл. 5). Для частотной характеристики спектра волн нами использовались значения мощности волн как в относительных, так и в абсолютных величинах.

Таблица 5

Частотные диапазоны спектра variability сердечного ритма

Сокращенное обозначение	Диапазон частот (Гц)	Названия показателей	Физиологическая трактовка
HF	0,4 - 0,15	Высокочастотный элемент спектра ВСР	Величина активности парасимпатического компонента регуляции
LF	0,15 - 0,04	Низкочастотный элемент спектра ВСР	Величина активности вазомоторного нервного центра
VLF	0,04 – 0,015	Очень низкочастотный элемент спектра ВСР	Величина активности симпатического компонента регуляции

ПАРС рассчитывался в баллах с использованием специального алгоритма, который учитывал показатели гистограммы, статистические показатели и данные анализа спектра кардиоинтервалов. Показатель активности регуляторных систем позволяет провести дифференцировку степени напряжения систем регуляции и оценивать приспособительные возможности организма (Баевский Р.М., 1979). Вычисление ПАРС осуществляется по пяти критериям:

А – суммарный регуляторный эффект, рассчитываемый по величине частоты сердечных сокращений (HR);

В – функция автоматизма, вычисляемая по коэффициенту вариации сплошного массива кардиоинтервалов (CV) и разности между минимальными и максимальными их значениями (MxDMn);

С – вегетативный гомеостаз, оценка которого производится с учетом амплитуды моды (AMo) и разности между минимальными и максимальными величинами кардиоинтервалов (MxDMn);

Д – состояние вазомоторного центра, которое оценивается по среднему значению мощности низкочастотных волн (LFav) спектра variability сердечного ритма;

Е – активность симпатического подкоркового сердечно-сосудистого центра, которое оценивается по среднему значению мощности очень низкочастотного диапазона (VLFav) спектра ВСР.

Интегральный показатель активности систем регуляции дает совокупную оценку ВСР. Показатель позволяет выявить у человека одно из четырех возможных функциональных состояний:

- удовлетворительная адаптация или норма (1-3 балла);
- функциональное напряжение (донозологическое состояние) (4-5 баллов);
- неудовлетворительная адаптация или перенапряжение (преморбидное состояние) (6-7 баллов);
- срыв адаптации или истощение систем регуляции (8-10 баллов).

2.4. Методы статистической обработки полученных результатов

Статистическая обработка полученных результатов проводилась в системе WINDOWS с помощью программы электронных таблиц (EXCEL). Использовался корреляционный анализ и t - критерий Стьюдента (Лакин Г.Ф., 1990; Автандилов Г.Г., 1990; Реброва О.Ю., 2002). Метод прямых разностей применялся для оценки динамических изменений физиологических показателей в ходе наблюдения у одних и тех же испытуемых (Некляев Н.Ф., 1968).

ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Функциональное состояние организма и регуляция вегетативных функций при вертикальном вытяжении позвоночника

Большое внимание ученых в настоящее время уделяется определению роли снижения силы гравитации на систему опоры и движения человека в условиях моделирования гипогравитации (Родионова Н.В., Оганов В.С., 2013; Шпаков А.В., Воронов А.В., 2016).

Жизнь человека протекает с постоянным изменением положения тела в пространстве относительно вектора гравитационных сил. Если активные процессы жизнедеятельности обычно протекают в вертикальном положении, то пассивные состояния и отдых происходят при горизонтальном положении тела. При переходе из вертикального положения в горизонтальное и наоборот происходит перераспределение крови между верхними и нижними отделами туловища и конечностей, что является наиболее значимым фактором, оказывающим влияние на функции сердечно-сосудистой системы и состояние нервной, гуморальной и миогенной регуляции сердечной деятельности (Вицлеб Э., 1996). Дополнительными причинами вегетативных реакций в организме в процессе смены положения тела относительно сил гравитации являются изменение позиции органов грудной полости, афферентные сигналы с рецепторов полукружных каналов и отолитового аппарата, собственных рецепторов скелетных мышц. Кроме того, изменение положения тела относительно сил гравитации сопровождается изменением осевой нагрузки на позвоночник, изменением тонуса мышц, которые окружают места выхода вегетативных нервных волокон из вертебрального канала. Несмотря на очевидность влияния гравитационных сил на состояние позвоночного столба и нервных структур в нем заключенных, в литературе имеется лишь единичные

сведения посвященные изучению этой проблемы (Калабанов В.К., 2006, 2007; Горст В.Р., 2009).

Нами изучались характеристики гемодинамики и особенностей ритмогенеза сердца у испытуемых с различным исходным тонусом ВНС в условиях уменьшения гравитационного воздействия (вертикальное вытяжение позвоночника).

Исследование было выполнено на 30 студентах Астраханского медицинского университета. Среди обследованных были 15 девушек и 15 юношей в возрасте от 18 до 22 лет. Соматометрические параметры исследуемых лиц находились в пределах нормы для данного возраста: длина в см и масса тела в кг соответствовали $170,8 \pm 1,56$ и $63,7 \pm 2,5$; ИКт $374,7 \pm 11,2$ усл. ед. Измерения проводились в утренние часы, испытуемые находились в условиях относительного функционального покоя.

Испытуемые в процессе исследования помещались в специальное кресло при вертикальном положении туловища. Подъемное устройство с помощью системы блоков через динамометр позволяло производить вертикальное вытяжение позвоночника за подмышечные области, величина тракционной нагрузки равнялась 20-30 кг. Благодаря этому исчезало компрессионное давление на позвоночный столб, обусловленное гравитационными силами. До начала вытяжения позвоночника в положении испытуемого сидя регистрировали артериальное давление, регистрировали ЭКГ во II стандартном отведении с помощью аппаратно-программного комплекса «Варикард 2.51». Далее на протяжении пяти минут проводилась запись ЭКГ во время вытяжения позвоночника. После пятиминутной экспозиции повторно измеряли артериальное давление. На основании полученных данных рассчитывали адаптационный показатель, производили математический и спектральный анализ ВСР.

Тонус вегетативной нервной системы определялся по степени выраженности стресс-индекса (Si), рассчитанного методом анализа

вариабельности ритма сердца. По преобладанию тонуса ВНС всех испытуемых разделили на три группы. В первую вошли испытуемые с Si меньше 80 условных единиц (парасимпатикотоники) (43,3%; n=13), во вторую с Si от 80 до 150 условных единиц (нормотоники) (20,0%; n=6), в третью с Si больше 150 условных единиц (симпатикотоники) (36,7%; n=11).

Генеральными критериями, по которым все три группы отличались друг от друга, были показатели ВСР такие, как MxDMn, SKO, HF. Другие характеристики ВСР и гемодинамики достоверно отличались только в каких-либо двух сравниваемых группах.

В каждой из трех групп провели исследование изучаемых параметров до и в процессе вертикальной тракции позвоночника. Результаты исследования гемодинамических параметров представлены в таблице 6. Результаты исследования вариабельности сердечного ритма – в таблице 7.

В условиях вертикальной тракции позвоночного столба у парасимпатикотоников, нормотоников и симпатикотоников установлено усиление симпатического и ослабление парасимпатического влияния на деятельность сердца. На это указывают увеличение ЧСС и МОК, уменьшение продолжительности моды (Mo), снижение высокочастотного домена ВСР (HF, HFP).

В процессе анализа результатов установлено, что у ваготоников и нормотоников наблюдается увеличение амплитуды моды (AMo), возрастание степени централизации управления ритмом сердца (IC) и отношения мощностей низко- и высокочастотного доменов интервалограмм (LF/HF). Было также выявлено возрастание относительных показателей низкочастотного компонента (LFP) у парасимпатотоников и очень низкочастотного (VLFP) - у нормотоников. Кроме того, у нормотоников наблюдалось увеличение показателя

Таблица 6

Параметры гемодинамики при вертикальной тракции позвоночного столба у испытуемых с различными типами вегетативной регуляции

Параметры	Парасимпатотоники (n=13)		Нормотоники (n=6)		Симпатотоники (n=11)	
	До тракции	Во время тракции	До тракции	Во время тракции	До тракции	Во время тракции
ЧСС в мин.	71,1±1,7	78,4±1,8°	71,1±1,7	75,1±4,2°	90,9±2,7*^	94,8±2,6*^°
АДс в мм рт.ст.	122,1±4,6	120,7±5,3	120,0±5,8	121,7±4,0	126,9±2,9	118,2±3,5°
АДд в мм рт.ст.	82,5±3,4	77,9±3,0	86,7±2,2	83,3±4,0°	82,3±1,8	75,9±2,2°
СО в мл	58,9±1,9	63,3±1,9	53,2±2,1*	57,7±3,5°	60,2±1,7^	63,3±2,1
МОК в мл	4274±194	4994±235°	3785±205	4333±382°	5483±232*^	5989±213*^°
АП в усл. ед.	2,12±0,07	2,16±0,10	2,24±0,14	2,28±0,13	2,46±0,07*	2,39±0,07°

Примечание: * - P<0,05 - относительно парасимпатотоников;

^ - P<0,05 - относительно нормотоников;

° - P<0,05 - относительно исследования «до тракции» (по методу прямых разностей)

Параметры ВСР при вертикальной тракции позвоночного столба у испытуемых с различными типами вегетативной регуляции.

Параметры	Парасимпатикотоники (n=13)		Нормотоники (n=6)		Симпатикотоники (n=11)	
	До тракции	Во время тракции	До тракции	Во время тракции	До тракции	Во время тракции
MxDMn (мс)	380,4±25,5	340,5±22,0	238,1±21,3*	227,0±19,3*	172,5±14,5*^	153,8±12,8*^
SKO (мс)	80,2±5,7	68,7±4,7	45,7±3,7*	44,9±3,8*	32,0±2,6*^	29,4±2,3*^
Mo (мс)	857,5±24,8	755,6±16,7°	852,5±55,2	808,8±48,3°	663,5±22,1*^	632,5±17,6°
AMo (%)	35,0±0,7	37,4±1,1°	35,4±0,8	38,2±1,7°	35,8±0,8	36,1±0,8
SI (усл. ед.)	43,8±5,3	70,8±9,5°	114,9±9,5*	144,6±26,5*	459,9±206,1*	446,7±80,6*^
TP (мс²)	5176±671	4251±730	1689±257*	1515±389*	1155±205*	823±146*°
HF (мс²)	2120±438	1047±278°	587±76*	296±63*°	345±64*^	186±39*°
LF (мс²)	1712±259	1876±389	512±99*	458±66*	500±139*	379±96*
VLF (мс²)	727±107	690±153	259±43*	377±116	171±27*	140±18*^
ULF (мс²)	617±95	639±137	332±122	384±210	138±34*	117±28*
HFP (%)	43,3±5,4	27,9±4,1°	43,9±4,8	27,0±3,9°	33,7±4,3	25,1±3,6°
LFP (%)	38,7±3,8	53,4±4,6°	36,9±3,9	42,5±3,0*	43,7±4,1	49,3±3,5
VLFP (%)	17,9±3,1	18,7±1,6	19,1±2,0	30,5±4,3*°	22,6±5,1	25,6±4,2
LF/HF	1,47±0,40	3,27±0,81°	0,92±0,17	1,76±0,27°	1,54±0,22	2,85±0,77
VLF/HF	0,70±0,19	0,92±0,16	0,47±0,08	1,38±0,41°	1,02±0,39^	2,12±1,15
IC (усл. ед.)	2,18±0,56	4,19±0,95°	1,40±0,23	3,14±0,64°	2,55±0,51^	4,97±1,89
ПАРС (усл. ед.)	4,08±0,45	4,46±0,50	3,00±0,68	2,00±0,45*	5,18±0,38^	5,45±0,51^

Примечание: * - P<0,05 - относительно парасимпатотоников;

^ - P<0,05 - относительно нормотоников;

° - P<0,05 - относительно исследования «до тракции» (по методу прямых разностей)

теля VLF/HF. В тоже время у симпатикотоников не выявлено достоверного изменения этих показателей, но наблюдалось закономерное снижение суммарной мощности спектра ВСР, что указывает на снижение нейро-гуморальных влияний на ритмогенез сердца.

О функциональном состоянии организма испытуемых судили по интегративным показателям АП и ПАРС. Выяснилось, что адаптационные возможности симпатикотоников ниже чем у ваготоников по показателям АП. Параметры ПАРС симпатикотоников указывают на наиболее выраженное напряжение регуляторных систем по сравнению с нормотониками, у которых наблюдается удовлетворительная адаптация или состояние нормы. При тракционных воздействиях на позвоночник во всех трех группах испытуемых существенных изменений функционального состояния организма не происходило.

Для иллюстрации степени изменений изучаемых показателей в ходе тракционного воздействия на позвоночник все отклонения от исходных величин были выражены в процентах (рис. 3 и 4). На диаграммах видно, что у симпатикотоников в отличие от ваготоников и нормотоников в меньшей степени происходит увеличение тех показателей, которые связаны с тонусом симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Особенности реакций испытуемых с различным исходным уровнем активности автономной нервной системы выражались в том, что у симпатикотоников изменялись преимущественно показатели интенсивности кровотока и связанные с ними интегративные индексы. У парасимпатикотоников достоверные изменения в основном произошли с показателями вариабельности сердечного ритма. У испытуемых с исходным нормальным тонусом ВНС вертикальное скелетное вытяжение приводило к изменению значительного количества показателей ВСР и параметров гемодинамики. Это, по нашему мнению, свидетельствует о высокой лабильности организма нормотоников при проведении вертикальной тракции.

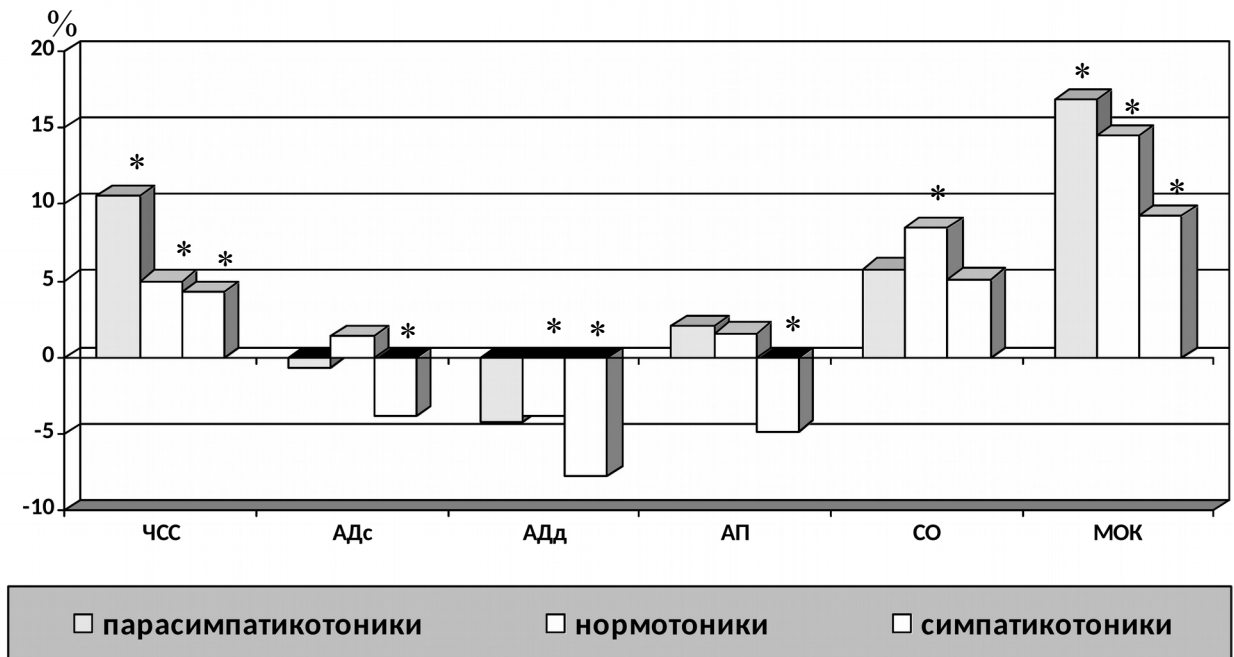


Рис. 3. Изменение гемодинамических показателей при вытяжении позвоночника у испытуемых с разной степенью активности вегетативной нервной системы (исходные величины приняты за ноль).

Примечание: *- $P < 0,05$ – дано в сравнении с исходной величиной.

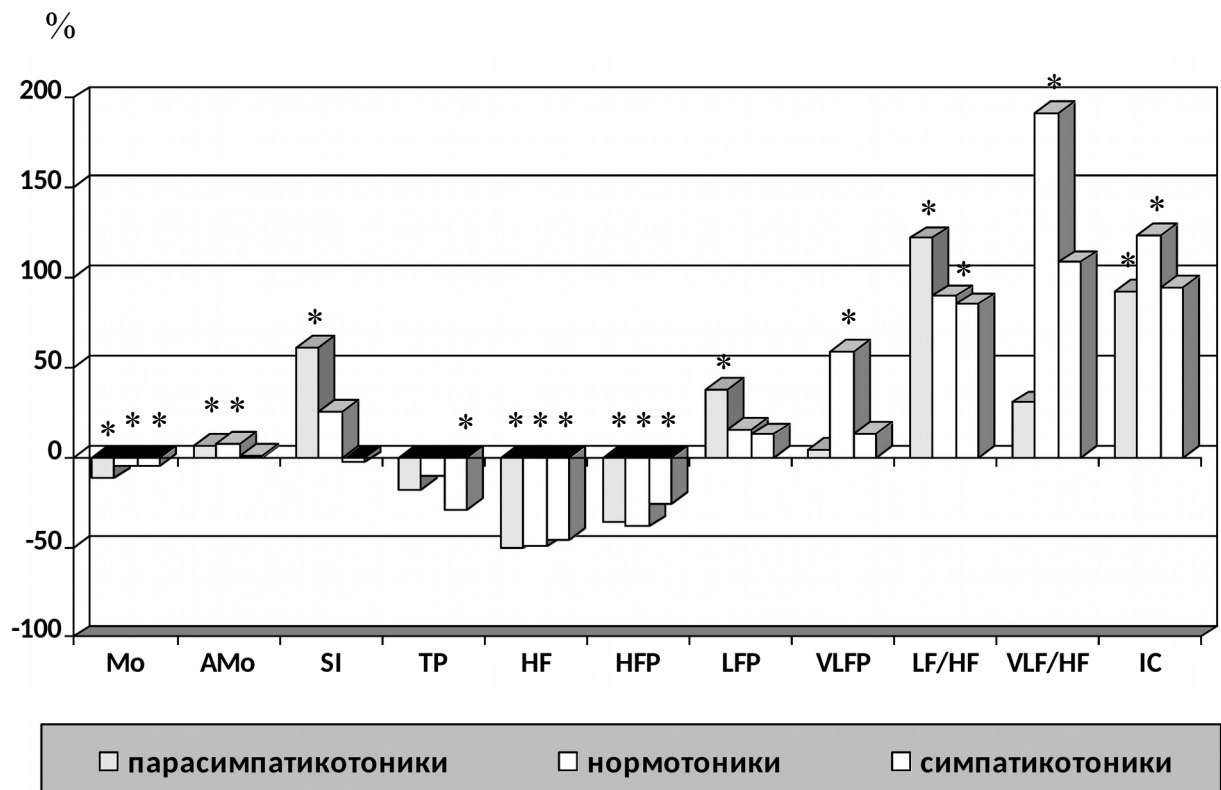


Рис. 4. Динамика показателей variability сердечного ритма при вытяжении позвоночника у испытуемых с разной степенью активности вегетативной нервной системы (исходные величины приняты за ноль).

Примечание: *- $P < 0,05$ – дано в сравнении с исходной величиной.

Выявленные изменения в показателях гемодинамики и регуляции сердечного ритма в условиях проведения вертикального скелетного вытяжения могут быть следствием рассогласования механизмов вегетативной регуляции, которое обусловлено несоответствием между устранением осевой нагрузки на позвоночный столб при сохраненном вертикальном расположении внутренних органов.

Таким образом, выявлено, что уменьшение гравитационной нагрузки в условиях вертикальной тракции позвоночного столба ведет к усилению симпатических и ослаблению вагальных влияний на деятельность сердечно-сосудистой системы, которые в большей степени выражены у парасимпатикотоников и нормотоников.

3.2 Функциональное состояние и вегетативный статус организма до и после проведения упражнений в изометрическом режиме

В практике реабилитационной и восстановительной медицины часто используют методики, которые направлены на уменьшение мышечного напряжения. На фоне релаксации скелетных мышц быстрее достигаются оздоровительные эффекты, создается благоприятный эмоционально-психологический фон. Устранение мышечного напряжения позволяет проводить коррекцию опорно-двигательного аппарата при его повреждении, облегчает снятие функциональных блоков с двигательных сегментов позвоночного столба. Уменьшение мышечного тонуса достигается медикаментозными средствами, расслабляющим массажем, согревающими воздействиями и специальными физическими упражнениями. Последняя группа приемов является предпочтительной потому, что она базируется на физиологических процессах, протекающих в организме человека (Левит К., 1993; Лиев А.А., 1996; Борщенко И.А., 2013).

Сокращение скелетных мышц является сложным актом, который начинается под влиянием нервных импульсов, поступающих из центральной нервной системы. После формирования потенциала действия на поверхности клеточных мембран мышечных волокон происходит выделение ионов кальция из саркоплазматического ретикулума, прикрепление миозиновых нитей к актиновым и скольжение их относительно друг друга. Обычно сокращение мышц завершается их расслаблением. Однако в некоторых ситуациях скелетные мышцы могут надолго оставаться в сокращенном состоянии, особенно часто это происходит с мышцами тонического типа.

Устранение мышечного напряжения может достигаться с помощью техники изометрического сокращения скелетных мышц. Под изометрическим сокращением понимается работа мышц без изменения длины мышечных волокон, при этом сила, которую они развивают, может динамично меняться. Функциональные изменения, происходящие в скелетных мышцах и в структурах центральной нервной системы, приводят к эффективному расслаблению мускулатуры. Такая техника расслабления получила название «постизометрическая релаксация мышц» (ПИРМ).

Методика постизометрической релаксации мышц включена в приемы мануальной терапии, ее используют при проведении лечебной физкультуры. Эффективность ПИРМ доказана многолетней практикой ее применения в клинических условиях, оздоровительных и восстановительных центрах. Проведение ПИРМ не требует сложного оборудования и дает хорошие результаты. Несмотря на широкое использование ПИРМ до настоящего времени нет четкого представления о механизме ее действия, недостаточно изучено и состояние вегетативной нервной системы во время проведения данной лечебно-восстановительной процедуры (Веселовский В.П., 1991; Левит К. и др., 1993; Лиев А.А., Татьянченко В.К., 1996; Борщенко И.А., 2013).

Одной из задач настоящего исследования являлся анализ функционального состояния и вегетативного статуса организма у пациентов с вертеброгенной

патологией до и после проведения сеанса с использованием техники постизометрической релаксации мышц.

Исследования проведены в Астраханском областном социально-реабилитационном центре «Русь» на 55 пациентах, которые проходили стационарное лечение с диагнозами: спондилез, спондилоартроз, остеохондроз позвоночника II-III степени. Группа пациентов была сформирована из 31 женщины и 24 мужчин. Средний возраст испытуемых составил $39,3 \pm 2,2$ года. Все обследуемые до проведения сеанса постизометрической релаксации мышц находились в условиях относительного функционального покоя. Масса тела испытуемых составила $72,4 \pm 1,8$ кг, длина тела $171,0 \pm 1,4$ см. У всех испытуемых до и после сеанса ПИРМ подсчитывали пульс, определяли артериальное давление, записывали ЭКГ с использованием аппаратного комплекса «Варикард 2.51» в течение 5 минут. По исходным данным вычисляли адаптационный потенциал кардио-васкулярной системы (АП), ударный объем сердца, объём крови, выбрасываемый сердцем за минуту. Во время сеанса ПИРМ, который продолжался около 20 минут, пациенты в изометрическом режиме выполняли физическую нагрузку на мышцы задней и передней частей туловища, нижних и верхних конечностей. После завершения сеанса пациенты указывали на снижение скованности мышц спины, уменьшение болевых ощущений, увеличение мобильности позвоночника. Результаты наблюдения представлены в таблице 8.

После проведения сеанса ПИРМ у пациентов было отмечено достоверное снижение ЧСС, увеличение СО при тенденции к снижению минутного кровотока. Произошедшие изменения свидетельствуют о сдвиге вегетативного тонуса в сторону парасимпатикотонии и оптимизации гемодинамики с переходом на трофотропный принцип гомеостазиса. Параллельно с этим изучалась динамика показателей ВСР в ходе проведения сеанса ПИРМ (табл. 9).

**Влияние физической работы в изометрическом режиме на параметры гемодинамики
(n=55)**

Параметры	Исходное состояние	После ПИРМ
ЧСС в мин.	70,4±1,7	66,7±1,0*
АДс в мм рт.ст.	117,3±2,1	118,8±0,69
АДд в мм рт.ст.	73,9±1,4	73,2±0,7
АП в усл. ед	2,52±0,07	2,49±0,04
СО в мл	50,3±1,8	52,0±1,0*
МОК в мл	3518,7±144,7	3454,2±83,8

Примечание: * - $P < 0,05$ - относительно исходного состояния (по методу прямых разностей)

Как видно из таблицы, после сеанса ПИРМ наблюдалось снижение частоты сердечных сокращений, увеличение разброса кардиоинтервалов (MxDMn), среднего квадратичного отклонения (SKO) и наиболее часто встречающегося кардиоинтервала (Mo). Полученные результаты свидетельствуют об усилении парасимпатических влияний на ритмообразовательный процесс сердца.

Наши результаты согласуются с данными, полученными учеными Уральского госуниверситета физической культуры, о положительном влиянии мягкой мануальной техники на вегетативную нервную систему у лиц, занимающихся умственным трудом (Ивченко Н.В., 2011).

До проведения сеанса ПИРМ нами обнаружены достоверные различия между изучаемыми показателями у мужчин и женщин по некоторым характеристикам ВСП (LFP, LF/HF), систолическому и диастолическому артериальному давлению (рис. 5). Полученные результаты свидетельствуют об большей выраженности показателей гемодинамики и тонуса симпатического отдела вегетативной нервной системы у мужчин.

Влияние физической работы в изометрическом режиме на параметры ВСР (n=55)

Параметры	Исходное состояние	После ПИРМ
MxDMn (мс)	188,5±13,2	207,8±15,3*
SKO (мс)	36,7±2,7	40,3±3,2*
Mo (мс)	859,6±17,6	885,7±18,3*
AMo (%)	36,6±0,5	37,9±0,7
Si (усл. ед.)	410,7±78,8	351,2±57,2
TP (мс ²)	1627,0±256,3	1898,2±293,2
HF (мс ²)	631,3±164,4	684,7±150,6
LF (мс ²)	486,0±66,3	570,0±77,2
VLF (мс ²)	259,1±46,1	287,8±29,7
ULF (мс ²)	250,7±51,1	355,6±93,4
HFP (%)	34,4±2,6	34,8±2,4
LFP (%)	40,6±2,0	39,4±1,6
VLFP (%)	25,0±1,8	25,8±1,7
LF/HF	2,42±0,5	2,04±0,4
VLF/HF	1,39±0,2	1,4±0,2
IC (усл. ед.)	3,81±0,7	3,43±0,6
ПАРС (усл. ед.)	4,1±0,2	3,75±0,2

Примечание: * - P<0,05 - относительно исходного состояния (по методу прямых разностей)

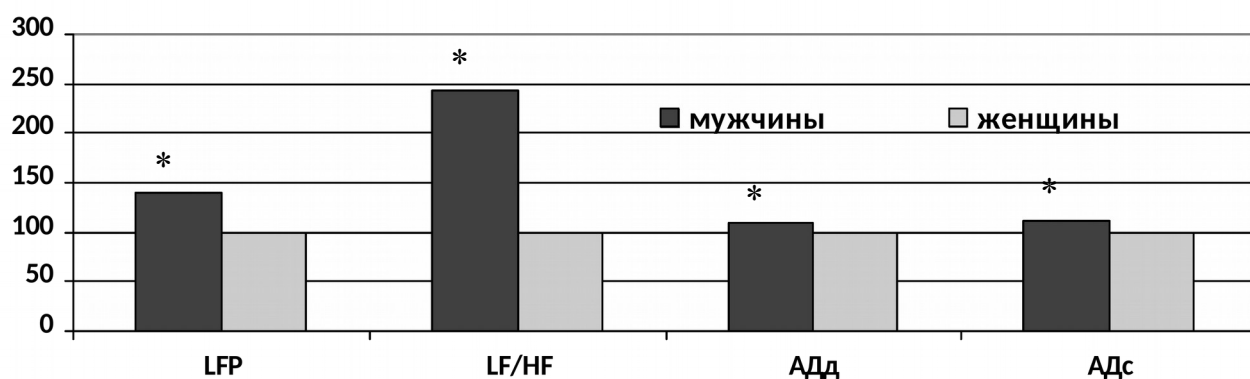


Рис. 5. Гендерные различия исходных показателей (данные женщин приняты за 100%) (*- P<0,05 - представлено в сопоставлении с показателями женщин)

Анализ реакции испытуемых на физические упражнения в изометрическом режиме (ПИРМ), произведенный по гендерному признаку показал, что у женщин на фоне снижения частоты сердечного ритма произошло увеличение силы сердечных сокращений, которое выражалось в увеличении систолического артериального давления и систолического объема. У мужчин произошло достоверное снижение показателя активности регуляторных систем (табл. 10).

Учитывая большой диапазон возраста испытуемых от 22 до 76 лет, определенный интерес представляет изучение возрастных особенностей динамики изучаемых показателей при выполнении изометрических упражнений. Мы провели корреляционный анализ между возрастом испытуемых и показателями ВСР, артериальным давлением, систолическим и минутным объемом кровотока (табл. 11). Как и следовало ожидать, с увеличением возраста отмечалось увеличение артериального давления и адаптационного потенциала, что выражалось в положительных корреляционных связях. Выявлена также положительная корреляционная зависимость возраста с Si, IC, VLFP, VLF/HF и ПАРС и отрицательная с HFP, что указывает на снижение резистентности организма к стрессу, увеличение влияния симпатического и уменьшение влияния парасимпатического отдела автономной нервной системы на функции сердца у лиц более старших возрастных групп. Полученные нами данные находят согласование с результатами исследований ВСР у женщин в возрастных группах от 8 до 55 лет, полученными Челябинскими учеными (Сабирьянов А.Р., Сабирьянова Е.С., 2011).

Обращает на себя внимание отрицательная корреляционная связь количества прожитых лет с такими показателями ВСР, как MxDMn, SKO, TP, HF, LF. Представленные показатели в известной степени отражают величину разброса кардиоинтервалов, а полученные данные указывают на снижение влияния регуляторных механизмов центрального и периферического уровней на формирование ритма сердца. Изометрические упражнения укрепили корре

Параметры гемодинамики и ВСР при физической работе в изометрическом режиме

Параметры	Женщины		Мужчины	
	Исходное состояние	После ПИРМ	Исходное состояние	После ПИРМ
ЧСС в мин.	71,7±1,8	68,8±1,8 [^]	69,8±1,8	68,7±1,8
АДс в мм рт.ст.	111,9±2,1	115,9±2,7 [^]	125,4±3,3*	123,3±2,8
АДд в мм рт.ст.	71,5±1,5	70,2±1,7	78,2±2,3*	78,1±1,7*
АП в усл. ед	2,48±0,08	2,47±0,10	2,57±0,11	2,52±0,11
СО в мл	48,4±2,2	51,7±2,0 [^]	53,1±3,0	52,2±2,5
МОК в мл	3409,3±190,8	3403,9±164,3	3687,4±220,4	3520,5±192,8
МхDMn (мс)	189,6±17,8	213,0±22,0	187,2±20,2	200,9±21,0
SKO (мс)	37,3±3,9	42,3±4,8	35,9±3,7	37,6±3,7
Мо (мс)	852,0±26,2	883,5±26,7 [^]	869,5±22,7	888,7±24,4
АМо (%)	36,7±0,8	37,9±1,1	36,5±0,7	38,0±0,9
Si (усл. ед.)	427,8±125,7	309,5±67,3	388,5±82,3	405,0±98,6
TP (мс ²)	1618,4±366,7	2032,0±462,5	1638,1±356,2	1725,4±315,9
HF (мс ²)	771,3±265,6	839,0±243,7	450,5±155,0	485,5±137,3
LF (мс ²)	422,6±84,8	547,9±108,3	567,8±105,1	598,5±110,5
VLF (мс ²)	243,3±47,8	296,8±40,2	279,5±87,1	276,3±40,2
ULF (мс ²)	181,2±30,4	348,2±148,9	340,4±108,9	365,2±97,7
HFP (%)	38,4±2,6	39,6±3,0	29,2±3,6	28,6±3,6*
LFP (%)	35,1±2,0	35,0±1,5	47,7±3,2*	45,2±2,7*
VLFP (%)	26,5±2,6	25,5±2,4	23,1±2,4	26,2±2,4
LF/HF	1,49±0,32	1,27±0,22	3,63±1,02*	3,02±0,72*
VLF/HF	1,23±0,25	1,07±0,24	1,60±0,38	1,83±0,44
IC (усл. ед.)	2,72±0,54	2,34±0,45	5,23±1,35	4,85±1,10*
ПАРС (усл. ед.)	3,81±0,28	3,74±0,28	4,50±0,26	3,75±0,35 [^]

Примечание: *- P<0,05 - представлено в сопоставлении с показателями женщин

[^] - P<0,05 - относительно исходного состояния (по методу прямых разностей)

ляционные связи показателя возраста с артериальным давлением и АП, а также сформировали достоверную корреляционную зависимость величины прожитых лет с систолическим и минутным объемом крови, абсолютным значением очень

низкочастотных волн спектра ВСР, процентом низкочастотных волн, отношением низкочастотных волн спектра ВСР к высокочастотным.

Таблица 11

Корреляция между возрастом испытуемых и показателями variability сердечного ритма и гемодинамики

Изучаемые показатели	Коэффициент корреляции до ПИРМ	Коэффициент корреляции после ПИРМ
Возраст-ЧСС	0,06	0,07
Возраст-АДс	0,58*	0,77*
Возраст-АДд	0,59*	0,70*
Возраст-АП	0,77*	0,87*
Возраст-СО	0,14	0,45*
Возраст-МОК	0,17	0,45*
Возраст-МхDMn	-0,44*	-0,39*
Возраст-SKO	-0,46*	-0,38*
Возраст-Мо	0,01	0,13
Возраст-АМо	0,11	0,07
Возраст-Si	0,45*	0,34*
Возраст-TP	-0,44*	-0,36*
Возраст-HF	-0,44*	-0,40*
Возраст-LF	-0,44*	-0,28*
Возраст-VLF	-0,12	-0,3*
Возраст-ULF	-0,13	-0,14
Возраст-HFP	-0,44*	-0,50*
Возраст-LFP	0,2	0,31*
Возраст-VLFP	0,41*	0,41*
Возраст-LF/HF	0,21	0,3*
Возраст-VLF/HF	0,40*	0,33*
Возраст-IC	0,28*	0,33*
Возраст-ПАРС	0,32*	0,33*

Примечание: * - $P < 0,05$

Таким образом, изометрические упражнения можно расценивать как фактор, усиливающий корреляционную взаимосвязь между возрастом и

показателями ВСР, характеризующими центральные и периферические механизмы регуляции сердечного ритма, а также между возрастом и гемодинамическими параметрами.

Однако следует обратить внимание на отсутствие достоверных корреляционных связей возраста с частотой сердечных сокращений, наиболее часто встречающимся кардиоинтервалом (модой) и его амплитудой. Полученный результат не является случайным потому, что частота сердечных сокращений и мода отражают средний и наиболее вероятный уровень функционирования системы кровообращения. ЧСС и Мо зависят от большого количества случайных внутренних и внешних факторов, которые могут уменьшать и увеличивать данные показатели. Имеются сведения об относительной стабильности продолжительности кардиоинтервалов в возрасте 25-55 лет и вероятностью развития брадикардии у людей старших возрастных групп (Торшин В.И. и др., 2013).

На следующем этапе был проведен анализ реакции испытуемых на физические упражнения в изометрическом режиме с учетом исходной степени выраженности стресс-индекса. Всех испытуемых разделили на три группы наблюдения. В первую вошли пациенты с Si меньше 80 условных единиц (парасимпатикотоники) (18,2%; n=10), во вторую с Si от 80 до 150 условных единиц (нормотоники) (23,6%; n=13), в третью с Si больше 150 условных единиц (симпатикотоники) (58,2%; n=32) (рис. 6). Каждая группа отличалась от других по определенному набору показателей гемодинамики и анализа ВСР и имела свою специфику реакции на изометрические упражнения (табл. 12, 13). Наиболее важными критериями, по которым группы с различным тонусом вегетативной нервной системы отличались друг от друга до и после проведения ПИРМ, были показатели вариабельности сердечного ритма такие, как MxDMn, SKO, TP, HF и LF.

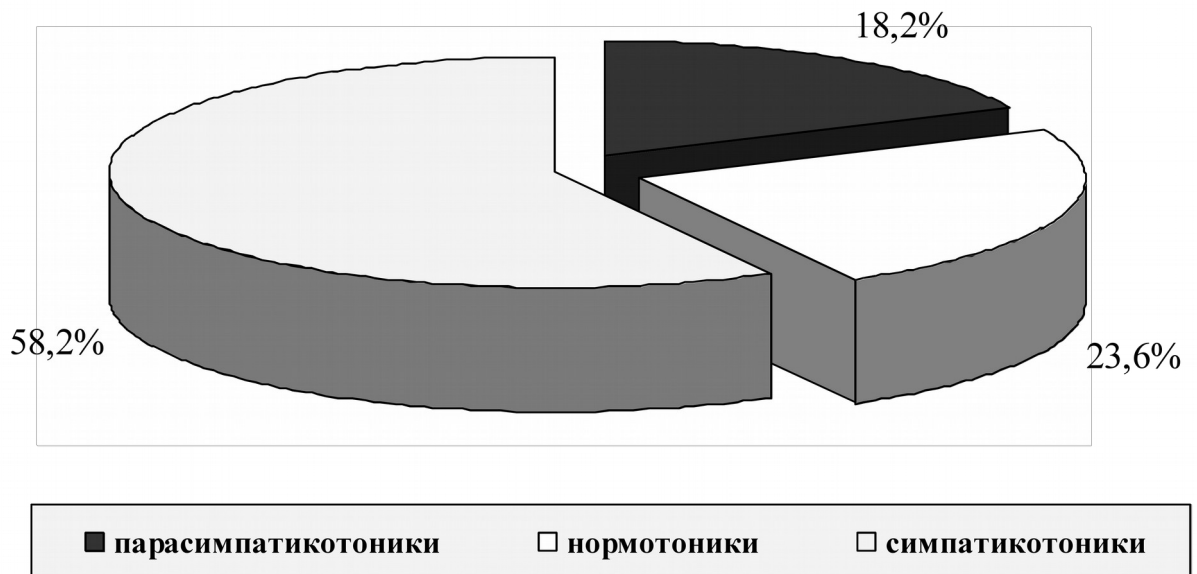


Рис. 6. Структура типов вегетативной регуляции по стресс-индексу (Si) (n=55)

Испытуемые с преобладанием тонуса парасимпатического отдела вегетативной нервной системы реагировали на изометрические упражнения увеличением активности симпатического (LFP) и уменьшением парасимпатического (HFP) звена регуляции физиологических функций. При этом отмечалось увеличение показателя активности регуляторных систем. Такую реакцию можно расценить как стремление организма привести вегетативную нервную систему к балансу ее отделов.

У нормотоников после нагрузки в изометрическом режиме происходило увеличение абсолютных и относительных значений очень низкочастотных волн и снижение доли мощности низкочастотного домена. Полученные данные свидетельствуют о сдвиге симпато-вагального баланса в сторону симпатикотонии и уменьшении тонуса вазомоторного центра.

Испытуемые с исходным преобладанием тонуса симпатического отдела ВНС в условиях изометрических упражнений реагировали возрастанием

Таблица 12

Параметры гемодинамики и вариационной пульсометрии при постизометрической релаксации мышц у испытуемых с различными типами вегетативной регуляции.

Параметры	Парасимпатикотоники (n=10)		Нормотоники (n=13)		Симпатикотоники (n=32)	
	До ПИРМ	После ПИРМ	До ПИРМ	После ПИРМ	До ПИРМ	После ПИРМ
ЧСС в мин.	65,3±2,9	64,0±3,8	67,4±1,7	65,6±1,6	74,0±1,7 [*]	71,5±1,6 ^{*#}
АДс в мм рт.ст.	115,0±4,4	117,2±2,8	120,4±6,8	119,2±6,0	116,8±2,4	119,2±2,5
АДД в мм рт.ст.	74,2±4,0	74,2±3,5	74,2±3,0	72,5±3,8	74,0±1,6	73,1±1,7
АП в усл. ед	2,32±0,15	2,30±0,14	2,38±0,12	2,31±0,11	2,50±0,13	2,59±0,09
СО в мл	53,0±4,1	54,1±4,0	55,0±3,8	56,4±3,0	48,9±2,3	50,2±1,9
МОК в мл	3279,4±258,8	3126,2±253,3	3679,2±313,0	3539,7±273,4	3581,7±194,4	3518,4±156,4
МхDMn (мс)	353,9±18,5	365,4±36,8	228,4±5,9 [^]	251,2±16,3 [^]	120,7±6,4 ^{^*}	140,9±10,7 ^{^*#}
SKO (мс)	69,9±5,0	73,1±8,3	44,0±1,2 [^]	48,5±3,0 [^]	23,3±1,3 ^{^*}	26,6±2,1 ^{^*#}
Мо (мс)	912,9±42,6	946,8±52,0	899,4±22,0	914,2±22,2	826,8±24,6 [*]	855,1±24,5 [#]
АМо (%)	37,5±1,4	40,2±2,9	36,1±0,7	37,8±1,3	36,6±0,8	37,3±0,6
Si (усл. ед.)	52,5±3,9	63,5±19,0	111,0±5,8 [^]	111,6±19,2	644,3±119,8 ^{^*}	538,4±83,5 ^{^*}
IC (усл. ед.)	2,20±0,94	2,15±0,72	2,85±0,86	1,94±0,33	4,71±1,05	4,44±0,90 ^{^*}

Примечание: * - P<0,05 - относительно нормотоников;

^ - P<0,05 - относительно парасимпатотоников;

- P<0,05 - относительно исследования «до ПИРМ» (по методу прямых разностей)

Таблица 13

Параметры спектрального анализа ВСР при постизометрической релаксации мышц у испытуемых с различными типами вегетативной регуляции.

Параметры	Парасимпатикотоники (n=10)		Нормотоники (n=13)		Симпатикотоники (n=32)	
	До ПИРМ	После ПИРМ	До ПИРМ	После ПИРМ	До ПИРМ	После ПИРМ
TP (мс ²)	4832,4±738,4	5008,8±1017,2	1784,9±137,9 [^]	2258,7±235,5 [^]	561,2±60,3 ^{^*}	779,7±123,2 ^{^*}
HF (мс ²)	2289,6±687,1	2190,4±601,6	599,2±106,1 [^]	742,6±107,0 [^]	126,2±18,8 ^{^*}	190,7±49,8 ^{^*}
LF (мс ²)	1138,3±198,6	1336,9±204,8	702,1±89,5 [^]	746,1±113,2 [^]	194,3±26,0 ^{^*}	258,8±50,4 ^{^*}
VLF (мс ²)	662,7±200,6	485,1±54,3	273,0±32,2	442,3±63,6 [#]	127,3±18,8 ^{^*}	163,5±23,0 ^{^*}
ULF (мс ²)	741,8±215,4	996,4±463,3	210,6±43,0 [^]	327,7±66,8	113,4±15,8 ^{^*}	166,7±24,8 ^{*#}
HFP (%)	49,2±8,0	45,5±7,0 [#]	37,0±4,9	39,4±4,3	28,7±2,6 [^]	29,5±2,8
LFP (%)	29,5±3,3	37,3±5,4 [#]	44,9±4,2 [^]	37,2±2,8 [#]	42,3±2,5 [^]	41,0±1,9
VLFP (%)	21,3±6,0	17,2±4,6	18,1±1,9	23,4±3,1 [#]	29,0±2,2 [*]	29,4±2,0 [^]
LF/HF	1,12±0,43	1,46±0,55	2,11±0,72	1,15±0,17	2,96±0,78 [^]	2,57±0,56 [*]
VLF/HF	1,08±0,52	0,69±0,27	0,74±0,18	0,79±0,19	1,75±0,31 [*]	1,87±0,38 ^{^*}
ПАРС (усл. ед.)	3,70±0,40	4,80±0,61 [#]	2,77±0,32	2,46±0,31 [^]	4,78±0,21 ^{^*}	3,94±0,24 ^{*#}

Примечание: * - P<0,05 - относительно нормотоников;

^ - P<0,05 - относительно парасимпатотников;

- P<0,05 - относительно исследования «до ПИРМ» (по методу прямых разностей)

разброса кардиоинтервалов, значения наиболее часто встречающегося кардиоинтервала и среднего квадратичного отклонения. Одновременно с этим было отмечено достоверное снижение ЧСС и величины ПАРС. Кроме того, нами выявлена тенденция к снижению стресс-индекса и индекса централизации регуляторных механизмов. Таким образом, у симпатикотоников в условиях работы скелетных мышц в режиме изометрической нагрузки отмечается понижение тонуса симпатических центров вегетативной нервной системы и децентрализация механизмов регуляции ритмообразовательной функции сердца. Такую реакцию, по нашему мнению, можно расценивать как адаптивную, направленную на снижение напряжения регуляторных механизмов в условиях постизометрической релаксации мышц (ПИРМ).

Таким образом, техника постизометрической релаксации мышц оказывает положительное влияние на состояние активности ВНС и при наличии соответствующих показаний может быть рекомендована в качестве лечебно-восстановительной терапии пациентам с различными типами вегетативной регуляции.

3.3.Функциональное состояние и вегетативный статус организма при горизонтальной тракции позвоночника

Тракционное лечение, разработанное и предложенное в пятидесятых годах прошлого века, в современных условиях широко применяется при заболеваниях позвоночника на стадии реконвалесценции. Главными показаниями для его использования считаются умеренные боли в конечностях и спине, обусловленные преимущественно воздействием компрессионного фактора (сдавлением мелких волокон, которые иннервируют позвоночный сегмент, или непосредственно корешков спинного мозга).

Механизм лечебного эффекта вытяжения позвоночника объясняют увеличением промежутка между позвонками, декомпрессией поврежденных невралгических структур, уменьшением внутридискового давления, снижением

напряжения околопозвоночных мышц и воздействием на рецепторные образования тканей вокруг позвоночного столба (Калабанов В.К., 2006, 2007; Борщенко И.А., 2016; Бубновский С.М., 2016).

В клинической практике широко применяется миорелаксирующее тракционное воздействие с приложением усилия, в пределах четвертой части от массы тела пациента. Тем не менее, несмотря на положительный терапевтический эффект тракционного воздействия на позвоночник, недостаточно изученным представляется его влияние на адаптационные процессы, функциональное состояние и вегетативный статус организма.

Одной из задач нашей работы было исследование влияния горизонтальной тракции позвоночника на функциональное состояние организма по показателям гемодинамики, адаптационного потенциала и вариабельности ритма сердца, а также физиологическое обоснование применения различных методов вытяжения позвоночника.

Исследования проведены на 64 пациентах частного учреждения здравоохранения «Медико-санитарная часть», которые получали лечение в связи с остеохондрозом, спондилёзом, спондилоартрозом шейно-грудного и поясничного отделов позвоночника II-III степени с болевым и мышечно-тоническим синдромами. Для тракционного воздействия на позвоночник были отобраны испытуемые с отсутствием клинических проявлений заболеваний кардиоваскулярной системы. В группу пациентов вошли 34 женщины и 30 мужчин в возрасте 22 - 70 лет, длина тела обследуемых людей составила $167,7 \pm 1,1$ см, масса тела - $82,5 \pm 1,8$ кг. У испытуемых в горизонтальном положении на спине в состоянии функционального покоя определяли артериальное давление и подсчитывали пульс. По полученным результатам вычислялся адаптационный потенциал системы кровообращения, минутный объем кровотока и систолический объем.

Вертебральное вытяжение проводили на массажно-тракционном столе «Анатомотор» и с помощью системы терапевтических матов «Детензер». Вытяжение на столе «Анатомотор» осуществлялось 20 минут и направлялось

на расслабление околопозвоночной мускулатуры, восстановление кровоснабжения двигательных сегментов позвоночника, вытяжение мышечных и связочных элементов опорно-двигательного аппарата.

«Детензер» - терапия является системой разгрузки и вытяжения позвоночного столба, проводится в горизонтальном положении на протяжении 40 минут. Особенностью метода является возможность осуществлять длительную разгрузку позвоночника и дисков между позвонками. Сила тяжести человека, получающего данную процедуру, воздействует на детензер под прямым углом. В конструкцию матраца заложены ребра жесткости, располагающиеся под наклоном от центральной части в стороны ног и головных концов. Стоящие под углом ребра жесткости формируют две горизонтально направленные в разные стороны силы. Сила растяжения опосредовано через кожные покровы, мышечную ткань и связочный аппарат воздействует на позвоночник. В результате того, что сила вытяжения формируется массой тела, предупреждается избыточное перерастяжение паравертебральных мышц, связок и самого позвоночного столба. Благодаря специальной укладке на терапевтическом мате создается сила вытяжения, составляющая 16 - 18% от массы тела.

Терапия продолжительным вытяжением позволяет достичь момента, при котором внутридисковое давление начинает снижаться. Это происходит через 30 минут от начала процедуры. На лечебном мате «Детензер» происходит динамическое преобразование нагрузки, составляющее около 5% от массы тела. Одновременно с этим включается «помповый механизм», снабжающий межпозвоночные диски необходимыми питательными веществами и способствующий обменным процессам в них.

Исходные величины изучаемых физиологических параметров у пациентов перед выполнением тракционных воздействий с учетом гендерных особенностей свидетельствовали об умеренном напряжении компенсаторно-приспособительных механизмов у мужчин. Вегетативный индекс

демонстрировал преобладание активности парасимпатического отдела автономной нервной системы у женщин и мужчин (табл. 14)

Таблица 14

Соматометрические и гемодинамические параметры испытуемых до тракции позвоночника

Параметры	Общая группа; n=64	Мужчины; n=30	Женщины; n=34
Возраст в годах	50,6±1,2	51,0±2,1	49,9±1,1
Рост в см	169,9±1,1	174,0±1,0	162,8±1,3*
Масса тела в кг	85,9±2,0	92,5±2,8	74,6±1,5*
ЧСС в мин.	65,2±1,6	64,7±1,8	65,8±2,8
АДс в мм рт.ст.	119,8±2,6	123,8±3,8	115,4±3,4
АДд в мм рт.ст.	75,7±1,9	78,2±2,6	72,8±2,6
АП в усл. ед	2,66±0,07	2,75±0,09	2,56±0,09
СО в мл	46,6±1,7	46,1±2,3	47,2±2,6
МОК в мл	3068±153	2976±166	3171±268
ИК в усл. ед	-18,7±4,1	-22,4±4,9	-14,6±6,8

Примечание: * - $P < 0,05$ — относительно мужчин

Персональный подход к исследованию функционального состояния испытуемых с болевым и мышечно-тоническим синдромами позволил обнаружить «группу риска», включавшую пациентов с напряжением механизмов адаптации (45,3%; $n=29$, средний возраст $54,9 \pm 1,3$ года), неудовлетворительной адаптацией (17,2%, $n=11$; средний возраст $50,4 \pm 4,1$ года). Удовлетворительная адаптация наблюдалась в 29,7% случаев ($n=19$), средний возраст испытуемых $40,7 \pm 2,3$ года. Срыв адаптации имел место у 7,8% обследованных лиц ($n=5$), средний возраст испытуемых $61,2 \pm 3,6$ года (рис. 7).

На следующем этапе нами по индексу Кердо был определен тонус автономной нервной системы. В группе обследованных выявлено преобладание людей с ваготонией ($n=37$; 57,8%). Преобладание активности симпатического отдела автономной нервной системы отмечалось у 8 испытуемых (12,5%). Нормотония выявлена у 19 человек (29,7%) (рис. 8).

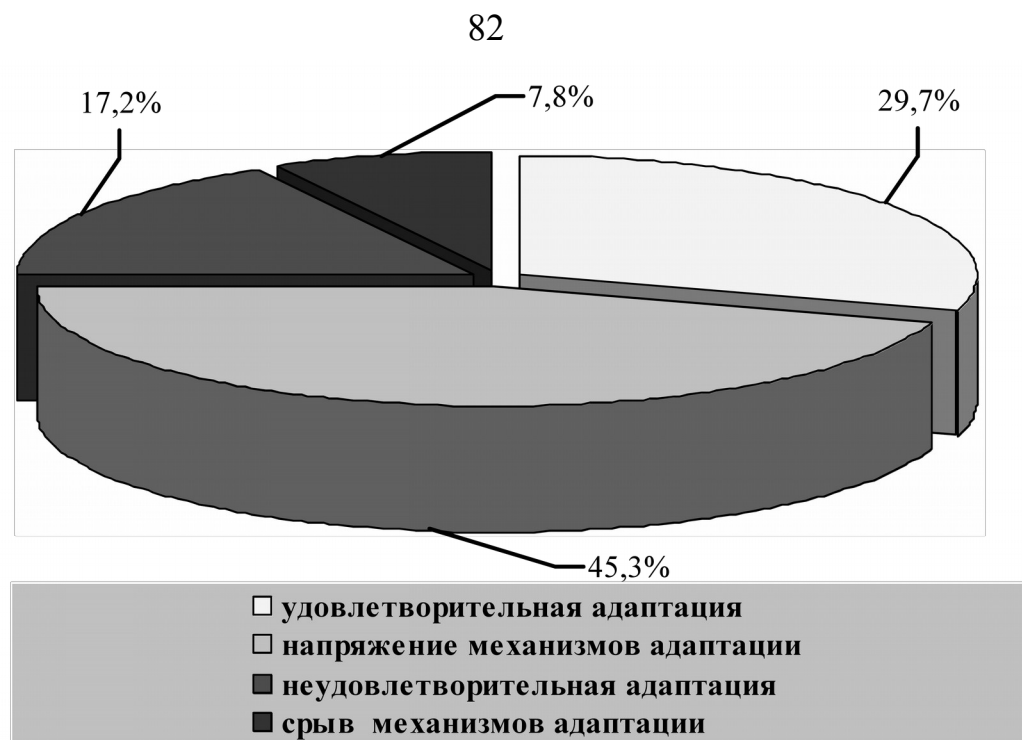


Рис. 7. Адаптационный потенциал у пациентов с вертеброгенными заболеваниями.

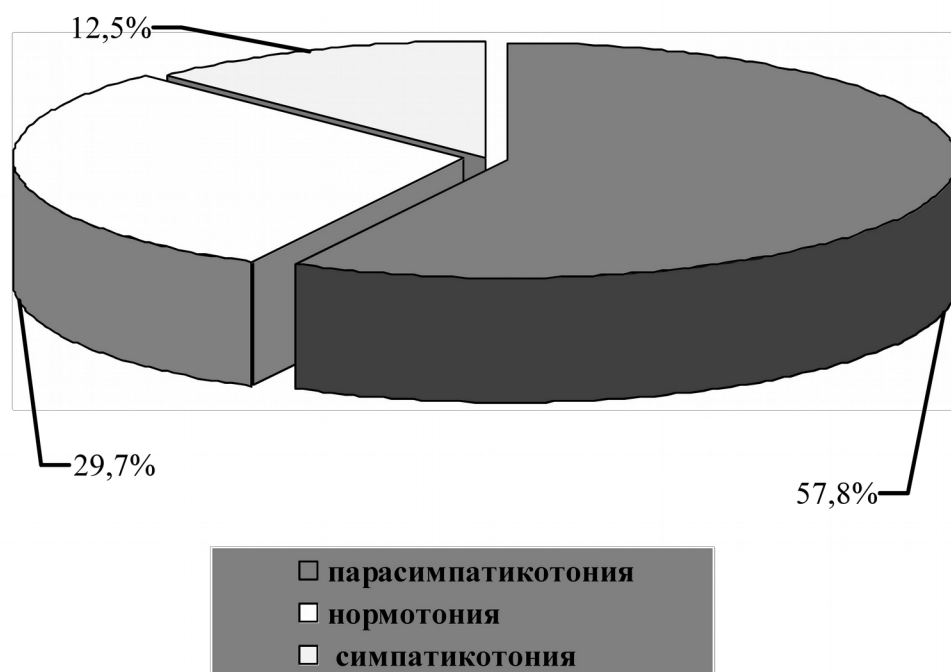


Рис. 8. Тонус автономной нервной системы у испытуемых с вертеброгенными заболеваниями; n=64.

У 35 пациентов перед и после процедуры вытяжения позвоночника на аппарате «Анатомотор» исследовались гемодинамические показатели, вегетативный статус и адаптационный потенциал кардио-васкулярной системы. Наблюдения выполнялись во второй половине курса лечения (6-10 процедура)

по достижению терапевтического эффекта (уменьшение мышечного напряжения, снижение болевого синдрома). Полученные результаты исследования показаны в таблице 15.

Таблица 15

Параметры гемодинамики при горизонтальной тракции позвоночного столба на аппарате «Анатомотор»

Параметры	До тракции	После тракции
ЧСС в мин.	64,9±2,2	64,9±2,1
АДс в мм рт.ст.	121,8±3,5	122,9±3,3
АДд в мм рт.ст.	78,0±2,4	80,8±2,0
АП в усл. ед	2,72±0,09	2,76±0,08
СО в мл	45,2±2,0	42,5±1,9
МОК в мл	2957±190	2799±188
ИК в усл. ед	-23,5±5,6	-28,2±5,6

Нами было выявлено, что тракционное воздействие на аппарате «Анатомотор» не оказывало значимого влияния на гемодинамические показатели (ЧСС, СО, МОК, АД), индекс Кердо и адаптационный потенциал не зависимо от фоновых значений вегетативного статуса и уровня адаптации.

Исследование реакции испытуемых на воздействие «Детензер» - терапии выполняли во второй половине курса лечения на 29 пациентах по достижению терапевтического эффекта: снижение гипертонуса околопозвоночных мышц и уменьшение болевых ощущений. Под влиянием «Детензер» - терапии происходило достоверное снижение ЧСС, ИК и МОК. Полученные результаты указывают на сдвиг тонуса автономной нервной системы в сторону ваготонии и снижение функциональной активности кардиоваскулярной системы (табл. 16).

Наиболее существенная динамика изучаемых показателей произошла среди испытуемых с исходным преобладанием активности симпатического отдела автономной нервной системы и большими значениями адаптационного потенциала.

Параметры гемодинамики при горизонтальной тракции позвоночного столба на лечебном мате «Детензер»

Параметры	До тракции	После тракции
ЧСС в мин.	66,6±1,9	60,4±1,4*
АДс в мм рт.ст.	116,6±4,0	115,5±3,8
АДд в мм рт.ст.	71,7±2,9	72,5±2,1
АП в усл. ед	2,55±0,1	2,50±0,09
СО в мл	49,0±3,0	47,7±3,1
МОК в мл	3254±257	2948±205*
ИК в усл. ед	-10,6±5,5	-17,4±4,4*

Примечание: * - $P < 0,05$ - относительно состояния «до тракции» (по методу прямых разностей)

Вытяжение позвоночника на лечебном мате «Детензер» вызвало у симпатикотоников ($n=8$) уменьшение ЧСС на $10,8 \pm 2,5$ сокращений в минуту ($P < 0,05$), снижение вегетативного индекса на $18,1 \pm 4,8$ усл. ед. ($P < 0,05$), сокращение выброса крови из сердца за минуту на 1118 ± 203 мл ($P < 0,05$), систолического объема крови на $7,0 \pm 1,5$ мл ($P < 0,05$) (рис. 9). У ваготоников достоверные изменения гемодинамических показателей не выявлены.

Для анализа реакции на вытяжение позвоночника с использованием методики «Детензер»-терапии мы разделили пациентов на две группы: 1-ую группу лиц с удовлетворительной адаптацией ($АП < 2,6$; $n=13$) и 2-ую группу с неудовлетворительной адаптацией и напряжением механизмов адаптации ($АП > 2,6$; $n=16$). Представители первой группы прореагировали только уменьшением ЧСС на $3,6 \pm 1,1$ сокращений в минуту ($P < 0,05$), что отражено на рисунке 10. У представителей второй группы отмечено снижение частоты сердечных сокращений на $10,1 \pm 0,9$ уд. в мин ($P < 0,05$), уменьшение выброса крови из сердца за минуту на 447 ± 204 мл ($P < 0,05$) и снижение адаптационного потенциала на $0,13 \pm 0,06$ усл. ед. ($P < 0,05$), как показано на рисунке 11.

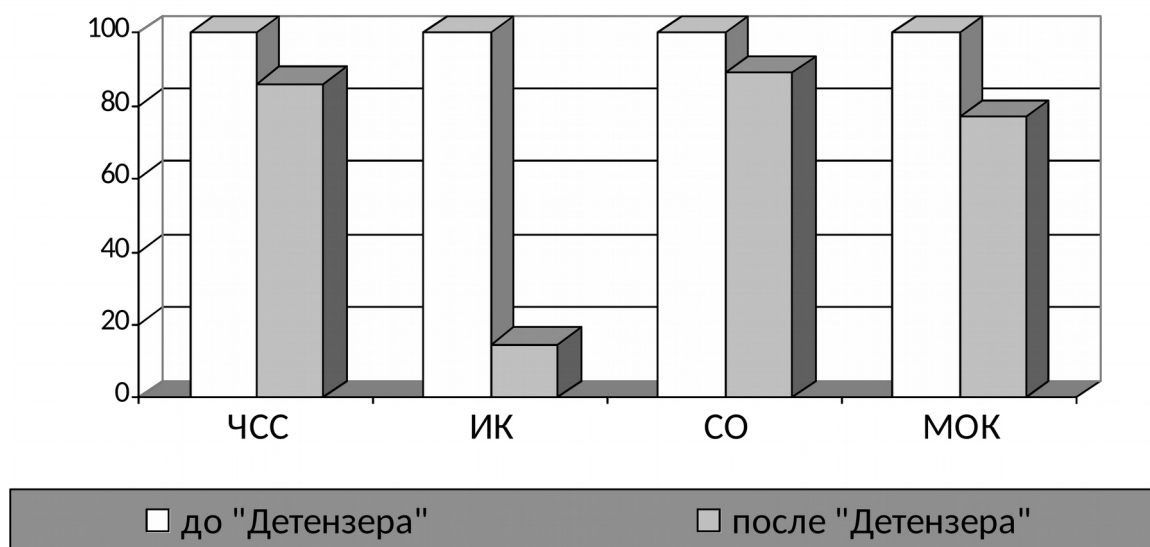


Рис.9. Реакция симпатикотоников на вытяжение по методике «Детензор» (исходное состояние принято за 100%).

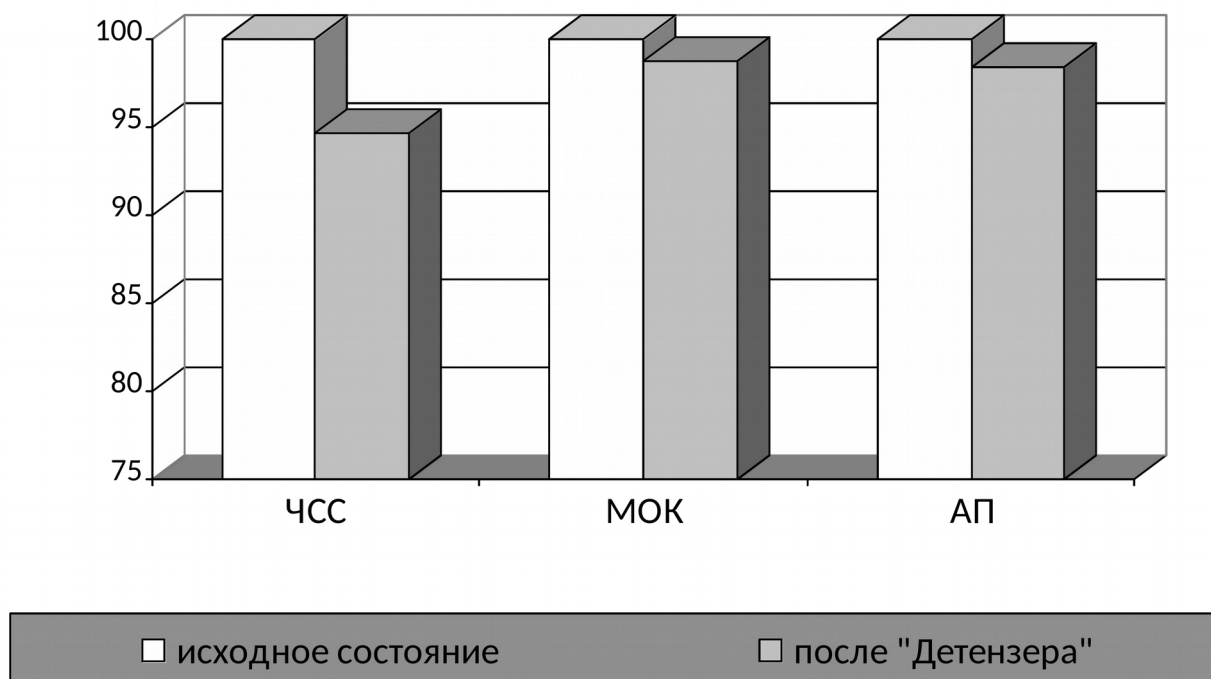


Рис.10. Реакция испытуемых с удовлетворительной адаптацией на вытяжение по методике «Детензор» (исходное состояние принято за 100%).

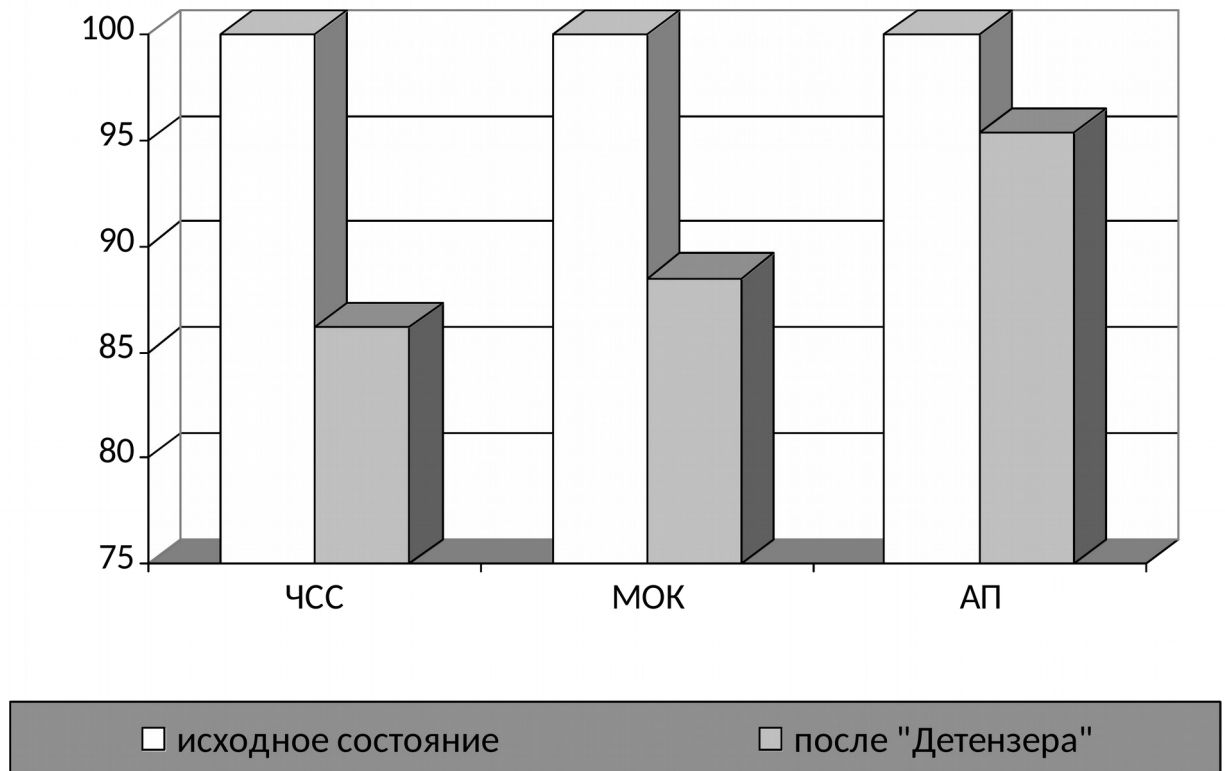


Рис.11. Реакция испытуемых с неудовлетворительной адаптацией и напряжением механизмов адаптации на вытяжение по методике «Детензор» (исходное состояние принято за 100%).

Выявленное нами изменение ЧСС у пациентов под воздействием «Детензер»-терапии указывает на то, что эта процедура может оказывать влияние на ритмообразовательную функцию сердца. В этой связи у пациентов получающих «Детензер»-терапию мы провели дополнительно анализ ВСР. Нами установлено, что достоверные сдвиги произошли с такими показателями как Mo, Si, VLF, HFP, LF/HF и IC (табл. 17). Полученные данные свидетельствуют о уменьшении напряжения регуляторных механизмов вегетативных процессов в целом и формирования ритма сердца в частности. Кроме того, выявлено смещение акцента функциональной активности автономной нервной системы в направлении увеличения влияния парасимпатического отдела.

Нами отмечено, что изменения параметров variability ритма сердца у испытуемых связаны с исходным состоянием адаптационного потенциала и

Параметры ВСР при горизонтальной тракции позвоночного столба на лечебном мате «Детензер»

Параметры	До тракции	После тракции
MxDMn (мс)	355,5±72,4	357,2±63,9
SKO (мс)	80,9±19,8	75,0±17,6
Mo (мс)	941,4±29,0	1026,4±28,5*
AMo (%)	39,4±1,4	40,9±2,0
Si (усл. ед.)	202,1±41,2	117,5±26,7*
TP (мс ²)	9771±3677	17769±9104
HF (мс ²)	3745±1420	7864±3949
LF (мс ²)	3733±1580	6547±3518
VLF (мс ²)	892±328	1603±698*
UVLF (мс ²)	1400±558	1755±949
HFP (%)	42,9±2,9	47,4±2,6*
LFP (%)	35,2±2,8	33,1±2,2
VLFP (%)	21,9±2,9	19,5±1,5
LF/HF	0,97±0,13	0,85±0,14*
VLF/HF	0,63±0,11	0,48±0,07
IC (усл. ед.)	1,59±0,19	1,33±0,2*
ПАРС (усл. ед.)	4,5±0,4	3,9±0,5

Примечание: * - P<0,05 - относительно состояния «до тракции» (по методу прямых разностей)

тонуса автономной нервной системы. Ваготоники на «Детензер»-терапию реагировали увеличением наиболее часто встречающегося кардиоинтервала на 81,7±13,3 мс (P<0,05) и снижением индекса напряжения систем регуляции на 82,7±21,3 усл.ед. (P<0,05). У симпатикотоников наблюдалось увеличение наиболее часто встречающегося сердечного интервала на 83,3±29,6 мс (P<0,05) и доли высокочастотного домена на 11,2±0,23% (P<0,05), а также уменьшение отношения низко- и высокочастотного доменов спектра ВСР на 0,23±0,05 усл.ед. (P<0,05) (рис. 12).

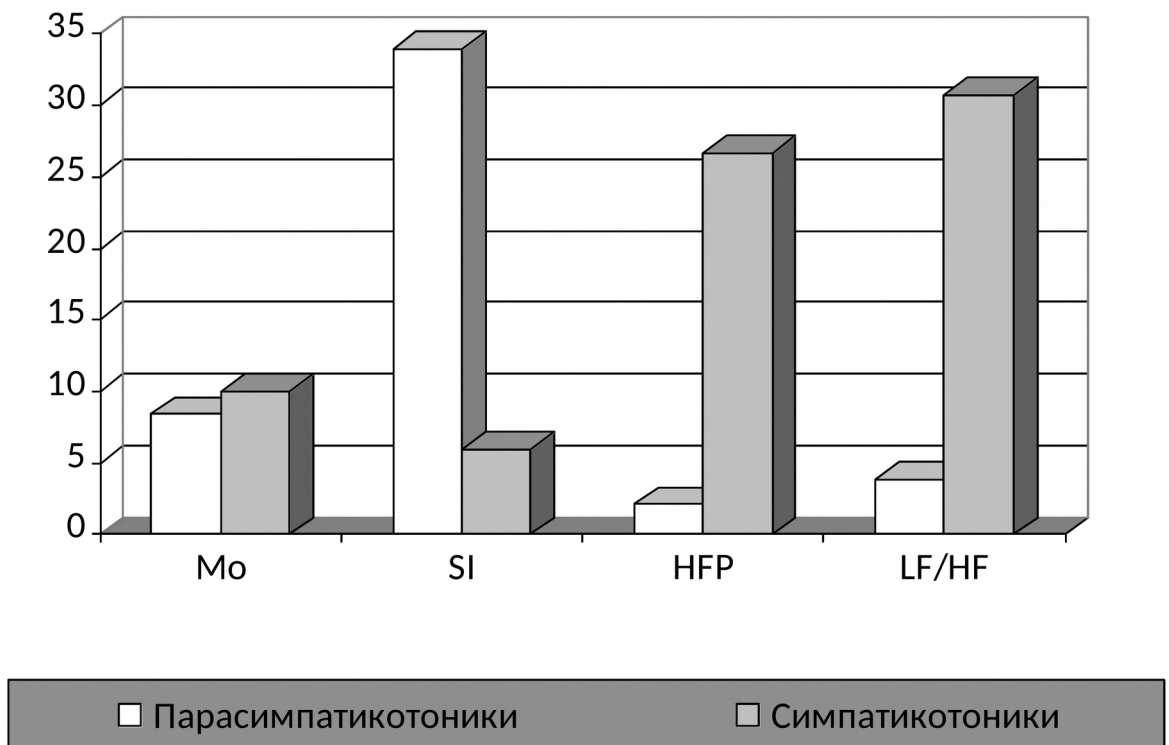


Рис.12. Изменение показателей ВСР у симпатикотоников и ваготоников при горизонтальной тракции позвоночного столба на лечебном мате «Детензер» (в % к контролю «до тракции»).

Наиболее существенные изменения показателей вариабельности ритма сердца наблюдались у испытуемых с неудовлетворительной адаптацией и напряжением механизмов адаптации. У этих людей на фоне снижения величины адаптационного потенциала было отмечено уменьшение индекса напряжения систем регуляции на $118,8 \pm 38,0$ условных единиц, индекс централизации на $0,42 \pm 0,18$ условных единиц и ПАРС на $1,5 \pm 0,5$ условных единиц ($P < 0,05$) (рис. 13).

Нами установлено, что горизонтальная тракция позвоночного столба по методике «Детензер» снижает влияние центрального контура регуляции на ритмообразовательную функцию сердца и оказывает модулирующий эффект на вегетативные регуляторные механизмы. Наиболее выраженный положительный эффект отмечается при этом у пациентов с повышенной активностью симпатического отдела вегетативной нервной системы и сниженными адаптивными возможностями сердечно-сосудистой системы.

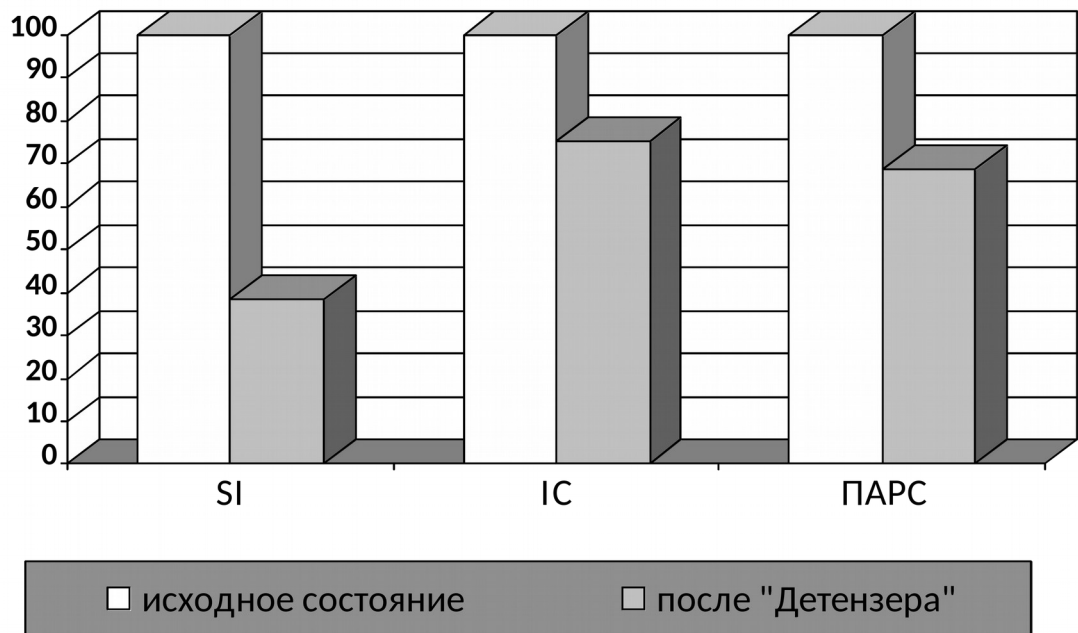


Рис.13. Изменение параметров ВСР у пациентов с неудовлетворительной адаптацией и напряжением механизмов адаптации в процессе вытяжения по методике «Детензор» (исходный статус принят за 100%).

Таким образом, тракционное воздействие по методике «Детензер» приводит к изменениям показателей гемодинамики и ВСР, указывающим на улучшение функционального состояния организма пациентов. Наиболее выраженная положительная динамика изучаемых параметров наблюдалась у симпатикотоников и испытуемых с пониженными адаптационными возможностями.

На основании полученных результатов пациентам зрелого возраста с удовлетворительной адаптацией, парасимпатикотонией и балансом активности отделов вегетативной нервной системы нами рекомендуется назначение процедуры на массажно - тракционном столе «Анатомотор». В то время как лечебно - восстановительная терапия по методике «Детензер» может быть показана также пациентам с неудовлетворительной адаптацией и выраженной симпатикотонией.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Позвоночник человека выполняет важную роль в поддержании вертикального положения тела. Кроме того он образует емкость где размещается вегетативные и соматические центры спинного мозга, а отверстия между позвонками формируют каналы, через которые проходят спинномозговые нервы (Попелянский Я.Ю., 2005; Сапин М.Р., Никитюк Д.Б., Ревазов В.С., 2014; Иваницкий М.Ф., 2016). Любые изменения в организме, затрагивающие положение позвонков, форму позвоночника, активность паравертебральных мышц, напряжение связочного аппарата, отражаются на регуляции функций внутренних органов, осуществляемых вегетативными центрами спинного мозга (Шукуров Ф.А., Наимов Р., 2005; Долженков А.В., 2011; Комлева Н.Е., Марьяновский А.А., 2012; БореЙша Ю.С. и др., 2012, 2013).

Степень активности нервных механизмов регуляции, связанных со спинным мозгом, можно оценить по вегетативным реакциям и изменениям в висцеральных органах. Для контроля функционального состояния организма нами изучалась вегетативная регуляция и адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы, которая оперативно и адекватно реагирует на все изменения, происходящие как в самом организме, так и в окружающей среде. Кроме того, кардиоваскулярная система имеет тесные функциональные связи со всеми висцеральными и соматическими структурами (Вейн А.М., 1991; Анохин П.К., 1998; Судаков К.В., 2000).

Активность сердечно-сосудистой системы и состояние механизмов ее регуляции мы оценивали по гемодинамическим показателям и параметрам сердечной деятельности. Особое внимание уделялось современному клинко-физиологическому методу, основанному на анализе вариабельности сердечного ритма. Математическая, статистическая и спектральная обработка кардиоинтервалов, зарегистрированных с помощью программно-аппаратного комплекса «Варикард 2.51» и проанализированных с привлечением программы ИСКИМ-6, дает представление об особенностях формирования ритма сердца

при различных функциональных состояниях и тонкостях нейро-гуморальной регуляции физиологических процессов организма в целом.

В настоящей работе изучалось влияние изменений геометрии позвоночника и функционального познотонического состояния паравертебральных мышц на нервные механизмы регуляции вегетативных функций и ритмообразовательную функцию сердца. В качестве модели воздействия на позвоночный столб и окружающие его ткани мы выбрали метод постизометрической релаксации паравертебральных мышц и способы дозированной тракции позвоночника в горизонтальном и вертикальном положении тела. Объединяет все эти воздействия снятие осевой нагрузки на позвоночник, однако достижение эффекта происходит с помощью различных механизмов, которые могут отразиться на нервной регуляции вегетативных функций и функциональном состоянии организма.

Постизометрическая релаксация паравертебральных мышц достигалась с помощью двадцатиминутной физической нагрузки на мышцы задней и передней частей туловища, нижних и верхних конечностей в горизонтальном положении тела. Механизм релаксации мышц обусловлен как непосредственно утомлением скелетной мускулатуры, так и рефлексорным регулирующим влиянием разноуровневых нейроструктур, иннервирующих скелетные мышцы туловища. После достигнутого расслабления паравертебральной мускулатуры происходит снятие напряжения с позвоночника, увеличиваются межпозвоночные промежутки, снижается давление на чувствительные и двигательные корешки спинномозговых нервов, изменяется активность рецепторного аппарата спинномозговых каналов и работа дурально-мышечно-венолимфатического насоса позвоночного столба (Бурдей Г.Д., 1984; Калабанов В.К., 2006, 2007). Среди механизмов эфферентных влияний на спинномозговые корешки можно назвать аксон-рефлекс. Считается, что раздражение периферических эфферентных волокон симпатической нервной системы приводит к ее возбуждению (Ноздрачев А.Д., 1995).

После проведения физических упражнений на мышцах туловища и конечностей в изометрическом режиме при горизонтальном положении у испытуемых наблюдалось достоверное уменьшение частоты сердечных сокращений, отмечалось возрастание разброса кардиоинтервалов, наиболее часто встречающегося кардиоинтервала, происходило увеличение систолического объема, наблюдалась тенденция к снижению минутного объема кровотока. Это свидетельствовало о включении соматического и вегетативного отделов нервной системы. Отмечались сдвиги вегетативного тонуса в сторону парасимпатикотонии, переход гемодинамики на трофотропный принцип регуляции гомеостазиса.

Данное функциональное состояние, по нашему мнению, возникало как в результате релаксации скелетных мышц, так и за счет снятия осевой нагрузки на позвоночник. На наш взгляд этот вид воздействия на организм является наиболее естественным, натуральным и оптимальным для достижения эффекта оптимизации механизмов регуляции вегетативных функций. Доказательством этого является также анализ реакции испытуемых на сеанс постизометрической релаксации мышц с учетом исходного тонуса вегетативной нервной системы.

Нами выявлено, что у симпатикотоников после физических упражнений в изометрическом режиме происходит снижение активности симпатического отдела и децентрализация механизмов регуляции ритмообразовательной функции сердца, снижение показателя активности систем регуляции.

У ваготоников установлено увеличение активности симпатического и уменьшение - парасимпатического регуляторного звена, возрастание интегрального параметра, характеризующего активность систем регуляции. Нормотоники реагировали преобразованиями, направленными на увеличение уровня активности центрального (симпатического) регуляторного звена, а также снижением уровня активности центра вазомоторики. При оценке изложенного следует учесть, еще и то, что само горизонтальное положение тела снижает гравитационное воздействие на организм и нагрузку на насосную функцию сердечно-сосудистой системы.

В работе также выявлены гендерные отличия в реакциях испытуемых на работу мышц в изометрическом режиме. У мужчин до сеанса были выявлены особенности, которые свидетельствуют о большей выраженности тонуса симпатического отдела ВНС по сравнению с женщинами. В связи с этим реакция мужчин на данное воздействие заключалась в снижении активности регуляторных систем. У женщин после сеанса изометрической релаксации мышц отмечалось снижение ЧСС, увеличение систолического объема и систолического артериального давления, что указывает на увеличение силы сердечных сокращений.

Корреляционный анализ между показателями гемодинамики, вариабельности сердечного ритма и количеством прожитых лет позволил установить, что с увеличением возраста происходит подъем артериального давления, возрастает показатель активности регуляторных систем и стресс-индекс, усиливается влияние симпатического отдела автономной нервной системы и центральных механизмов регуляции на вегетативные функции, наблюдается закономерное снижение адаптационных возможностей организма.

Сеансы изометрической релаксации мышц приводили к увеличению коэффициента корреляции между количеством прожитых лет и вышеперечисленными показателями, а также формировали новые достоверные корреляционные связи между систолическим и минутным объемами кровотока и возрастом пациентов. Полученные результаты указывают, что с увеличением возраста происходит снижение устойчивости организма к физическим нагрузкам в изометрическом режиме. Данную закономерность необходимо учитывать при назначении сеанса постизометрической релаксации мышц людям пожилого возраста.

Изучение реакции организма на вытяжение позвоночника в вертикальном и горизонтальном положении человека позволило сопоставить увеличение длины позвоночного столба с распределением крови по организму при изменении ориентации тела относительно вектора силы гравитации, а также с работой сенсорной системы, участвующей в определении положения тела в

пространстве и создании образа тела (рецепторы мышечного веретена, отолитовый аппарат, рецепторы полукружных каналов, висцерорецепторы, зрительная система).

При вытяжении позвоночника по методикам «Детензер» и «Анатомотор» у испытуемых, находящихся в горизонтальном положении, формируется разгрузка позвоночника в сочетании с равномерным распределением крови по организму и соответствующей сенсорной оценкой положения тела в пространстве. Однако только «Детензер» - терапия приводила к сдвигу тонуса автономной нервной системы в сторону ваготонии и снижению функциональной активности кардиоваскулярной системы. При этом наиболее существенная динамика изучаемых показателей произошла среди испытуемых с исходным преобладанием активности симпатического отдела автономной нервной системы и сниженными адаптационными возможностями организма.

Таким образом, вытяжение позвоночника в горизонтальном положении испытуемых приводит симпатикотоников и парсимпатикотоников к нормотоническому состоянию вегетативной нервной системы, а у людей с напряжением адаптационных механизмов или неудовлетворительной адаптацией формирует удовлетворительную адаптацию.

Нами было установлено, что дозированное вертикальное вытяжение позвоночника приводит к снижению парасимпатических и усилению симпатических влияний на формирование ритма сердца. Однако в зависимости от исходного тонуса автономной нервной системы наблюдались и специфические реакции сердечно-сосудистой системы. У ваго- и нормотоников установлено увеличение степени централизации управления ритмом сердца. У симпатикотоников закономерное снижение суммарной мощности спектра variability сердечного ритма. Испытуемые с балансом отделов автономной нервной системы в исходном состоянии на вертикальное вытяжение реагировали более существенными изменениями показателей гемодинамики и ритмогенеза сердца, что может свидетельствовать о высокой

лабильности организма этих людей к данному виду воздействия на позвоночник.

Увеличение тонуса симпатической нервной системы при вертикальном вытяжении в отличие от реакции на горизонтальное вытяжение можно объяснить тем, что происходит искажение представления о пространственной ориентации организма. С одной стороны от рецепторов позвоночного столба приходит информация о снятии осевой нагрузки, которая в обычных условиях наблюдается только при переходе тела в горизонтальное положение. С другой стороны вестибулярная, зрительная, проприорецептивная соматическая и висцеральная сенсорные системы формируют познотонические рефлексы и информируют ЦНС о сохраненном вертикальном положении тела.

Все это, вероятно, создает напряжение центральных и контурных механизмов регуляции, формируя стресс-реакцию, приводящую к активации симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Наши исследования показали, что среди изучаемых моделей вертикального или горизонтального вытяжения позвоночника изменяется тонус паравертебральных и других скелетных мышц, обеспечивающих различные положения тела человека в пространстве. Тракция позвоночника в горизонтальном или вертикальном положении вызывает тонические изменения как соматического, так и вегетативного отделов нервной системы.

Дозированная тракция позвоночника в горизонтальном положении испытуемых сопровождается меньшей нагрузкой на сердечно-сосудистую систему по сравнению с вертикальной, дает эффект приведения тонуса вегетативной нервной системы к нормотонии, т.е. приводит к балансу между симпатическим и парасимпатическим отделами, повышает адаптивные возможности человека.

Вытяжение позвоночника в вертикальном положении тела сопровождается стресс-реакцией и может проводиться у людей с хорошим уровнем стресс-устойчивости.

ВЫВОДЫ

1. Изучение характера гемодинамики и особенностей ритмогенеза сердца у испытуемых при изменении гравитационного воздействия на организм позволило вскрыть комплекс механизмов регуляции соматических и вегетативных функций. В условиях вертикального вытяжения позвоночника у испытуемых снижается парасимпатическое и усиливается симпатическое влияние на ритмогенез. У ваго- и нормотоников увеличивается степень централизации управления ритмом сердца. У симпатикотоников снижается абсолютный уровень суммарной активности систем регуляции. Нормотоники имеют наибольшие адаптивные резервы.
2. В условиях проведения упражнений в изометрическом режиме происходит сдвиг вегетативного тонуса в сторону парасимпатикотонии, переход гемодинамики на трофотропный принцип регуляции гомеостазиса и оптимизация функционального состояния. У испытуемых наблюдается уменьшение ЧСС, возрастание систолического объема, разброса кардиоинтервалов и наиболее часто встречающегося кардиоинтервала.
3. Выраженность реакции испытуемых на постизометрическую релаксацию мышц зависит от исходного тонуса ВНС и проявляется в гармонизации контуров регуляции ритмогенеза. У симпатикотоников происходит децентрализация регуляции ритмообразовательной функции сердца, снижается активность симпатического отдела ВНС и показатель активности систем регуляции. У ваготоников увеличивается активность симпатического и уменьшается тонус парасимпатического регуляторного звена, возрастает интегральный параметр, характеризующий активность систем регуляции. У нормотоников увеличивается активность центрального (симпатического) регуляторного звена, снижается уровень активности центра вазомоторики.
4. До постизометрической релаксации мышц у мужчин преобладал тонус симпатического отдела ВНС по сравнению с женщинами. После сеанса постизометрической релаксации мышц у женщин снижается частота

сердечных сокращений, увеличивается систолический объем и систолическое артериальное давление, у мужчин снижается показатель активности регуляторных систем.

5. С увеличением возраста снижаются адаптивные возможности организма. Изометрическая релаксация паравертебральных мышц у пациентов ведет к количественному возрастанию корреляционных связей между количеством прожитых лет и гемодинамическими характеристиками.
6. Горизонтальная тракция позвоночного столба по методике «Детензер» оказывает корригирующий эффект на регуляцию вегетативных функций, снижает активность центрального звена регуляции ритмообразовательной функции сердца. Наиболее выраженный положительный эффект на функциональное состояние организма отмечается у симпатикотоников и испытуемых с пониженными адаптационными возможностями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абаскалова Н.П. Проявление типологических особенностей механизмов вегетативной регуляции в процессе урочной деятельности / Н.П. Абаскалова, Э. М. Казин, А.С. Шинкаренко // Научные труды 5 Съезда физиологов СНГ. – АСТА NATURAE / том I; под ред. Р.И. Сепиашвили, Ю.В. Наточина, А.И. Григорьева, В.Т. Иванова, А.Г. Габибова, А.П. Савицкого. – 2016. – С. 189.
2. Абрамочкин Д.В. МЗ-холинорецепторы в сердце млекопитающих / Д.В. Абрамочкин, Г.С.Сухова // Успехи физиол. Наук. – 2009. – Т.40, №1. – С.16-26.
3. Авакян О.М. Фармакологическая регуляция функции адренорецепторов / О.М. Авакян. - М.: Медицина, 1988. – 252 с.
4. Автандилов, Г.Г. Медицинская морфометрия / Г.Г Автандилов. – М.: Медицина, 1990. – 383 с.
5. Агаджанян Н.А. Проблемы адаптации и учение о здоровье / Н.А. Агаджанян, Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – Изд-во РУДН, 2006. – 284 с.
6. Адо, А.Д. Патологическая физиология / А.Д. Адо. – Томск: Изд-во Том. ун - та, 1994. – 468 с.
7. Алипов Н.Н. Влияние пентобарбитала на спектральные характеристики и фазовые соотношения волновых колебаний периода сердечных сокращений и времени атриовентрикулярного проведения у кошки / Н.Н. Алипов, О.В. Сергеева, О.В. Смирнов, Т.Е. Кузнецова, Н.А. Боброва // Бюлл. эксперим. биол. и мед. – 2006. – Т. 141, №3. – С.255-258.
8. Алипов Н.Н. Роль симпатической и парасимпатической нервных систем в управлении ритмом сердца у кошек / Н.Н. Алипов, О.В. Сергеева, О.В. Смирнов, и др. // Бюлл. эксперим. биол. и мед. – 2005. – Т. 140, №11. – С.484-489.
9. Анохин П.К. Кибернетика функциональных систем. Избр. Труды / П.К. Анохин. – М.: Медицина, 1998. – 400 с.

10. Арабзода С.Н. Степень активности симпатoadреналовой системы в оценке донозологических состояний организма при эмоциональном стрессе / С.Н. Арабзода // Научные труды 5 Съезда физиологов СНГ. – АСТА NATURAE / том I; под ред. Р.И. Сепиашвили, Ю.В. Наточина, А.И. Григорьева, В.Т. Иванова, А.Г. Габибова, А.П. Савицкого.– 2016. – С. 137.
11. Баевский Р.М. Адаптационные возможности организма и понятие физиологической нормы / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева // XVIII съезд физиол. общества им И.П. Павлова. Тез. докл. - Казань - М.: ГЭОТАР – МЕД, 2001. – С. 304.
12. Баевский Р.М. Анализ вриабельности сердечного ритма при использовании различных кардиоэлектрографических систем (методические рекомендации) / Р.М. Баевский; Г.Г. Иванов; Л.В. Чирейкин // Вестник аритмологии. - 2001. - № 24. - С.65-87.
13. Баевский Р.М. Вариабельность сердечного ритма и донозологическая диагностика / Р.М. Баевский // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: материалы V всеросс. симп. с международным участием / отв. ред. Р.М. Баевский, Н.И. Шлык, Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011.- С. 487-491.
14. Баевский Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клецкин. – М.: Наука, 1984. – 223 с.
15. Баевский Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риск развития заболеваний / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Медицина, 1997. – 235 с.
16. Баевский Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии / Р.М. Баевский. - М.: «Медицина», 1979 - 298 с.
17. Базян А.С. Роль адренорецепторов в регуляции эффективности адренергической синаптической передачи / А.С. Базян // Успехи совр. биол. - 1981. – Т.92, № 1. – С. 115 – 126.

18. Барабанов С.В. Физиология сердца / С.В. Барабанов; под ред. акад. Б.И.Ткаченко. - 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: СпецЛит, 2001. – 143 с.
19. Батаговская Т.А. Значение изменений вариабельности сердечного ритма в оценке состояния вегетативной регуляции сердечно - сосудистой системы у женщин пожилого возраста / Т.А. Батаговская, Ф.И. Василенко // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: материалы V всеросс. симп. с международным участием / отв. ред. Р.М. Баевский, Н.И. Шлык, Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011.- С. 21-24.
20. Бахтина Е.Н. Особенности пубертатного периода у больных диспластическим сколиозом: Автореф. Дисс. ... канд. мед. наук / Е.Н. Бахтина.– М: 1990.- 19 с.
21. Безруких М.М. Теоретические аспекты изучения физиологии развития ребенка / М.М. Безруких, Д.А. Фарбер // Физиология развития ребенка: теоретические и прикладные аспекты. – М.: Образование от А до Я, 2000. – С. 9-13.
22. Белова А.Н. Руководство по реабилитации больных с двигательными нарушениями / А.Н. Белова, О.Н. Щепетова. - М., 1998. – 224 с.
23. Беляев Н.Г. Перенапряжения опорно-двигательного аппарата и метаболизм кальция / Н.Г. Беляев, Ю.А. Щепилова // Научные труды IV съезда физиологов СНГ / под ред. А.И. Григорьева, Ю.В. Наточина, Р.И. Сепиашвили. – М.: Медицина – Здоровье, 2014. – С. 244 - 245.
24. Бенсон Г. Чудо релаксации: Пер. с англ. / Г. Бенсон. - М.:ООО «Издательство Астрель»: ООО Издательство АСТ», 2004.-140 с.
25. Берёзный Е.А. Практическая кардиоритмография / Е.А. Берёзный А.М. Рубин, Г.А. Утехина.– СПб.: Научно-производственное предприятие «Нео», 2005. – 140 с.
26. Билалова Г.А. Возрастные особенности реакции сердца крыс на дофамин / Г.А. Билалова, Л.М. Казанчикова, Ф.Г. Ситдилов, Н.Б. Дикопольская, А.Р. Гизатуллин // Научные труды IV съезда физиологов

- СНГ / под ред. А.И. Григорьева Ю.В. Наточина, Р.И. Сепиашвили. – М.: Медицина – Здоровье, 2014. – С. 97.
27. Билалова Г.А. Участие дофамина в регуляции сердечной деятельности в постнатальном онтогенезе/ Г.А. Билалова, Л.М. Казанчикова, Ф.Г. Ситдигов // XXII Физиологического общества имени И.П.Павлова: тезисы докладов. – Волгоград: Изд-во ВолгГМУ, 2013. – С. 63 – 64.
 28. Блинова Н.Г. Практикум по психофизиологической диагностике / Н.Г. Блинова. – М.; Гуманит. изд-во центр ВЛАДОС, 2000. – 128 с.
 29. Борейша Ю.С. Коррекция физического развития, состояния осанки и уровня здоровья школьников / Ю.С. Борейша, Е.А. Борейша, Е.В. Дорохов // Эколого-физиологические проблемы адаптации: материалы XV Всероссийского симпозиума. – М.: РУДН, 2012. – С. 34-36.
 30. Борейша Ю.С. Корректирующее влияние физкультурно-оздоровительных мероприятий и глубокого мышечного массажа на физическое развитие, осанку, уровень здоровья школьников / Ю.С. Борейша, Е.А. Борейша, Е.В. Дорохов // XXII съезд Физиологического общества имени И.П. Павлова: Тезисы докладов. – Волгоград: Изд-во Волг ГМУ, 2013. – С. 73.
 31. Борщенко И.А. Система «Живая осанка». Уникальный курс постановки осанки за 30 дней / И.А. Борщенко. – М.: Астрель: Метафора, 2012. – 239 с.
 32. Борщенко И.А. Партерная гимнастика. – М.: Метафора, 2013. – 144с.
 33. Борщенко И.А. Изометрическая гимнастика доктора Борщенко. Позвоночник и суставы. Полный курс упражнений / И.А. Борщенко.- М.: Издательство АСТ: Метафора, 2016. – 349 с.
 34. Бубновский С.М. Природа разумного тела. Всё о позвоночнике и суставах / С.М. Бубновский. – М.: Издательство «Э», 2016. – 512 с.
 35. Буравкова Л.Б. Пластичность мезенхимальных стволовых клеток в условиях микрогравитации: от перестройки цитоскелета к модификации коммитированности / Л.Б. Буравкова // Научные труды 5 Съезда физиологов СНГ. – АСТА NATURAE / том I; под ред. Р.И. Сепиашвили,

- Ю.В. Наточина, А.И. Григорьева, В.Т. Иванова, А.Г. Габибова, А.П. Савицкого. – 2016. – С. 43.
36. Бурдей Г.Д. Спинной мозг / Г.Д. Бурдей. – Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1984. – 236 с.
 37. Бутов В.С. Здоровье: валеологический, конституциональный, экологический аспекты / В.С. Бутов, О.А. Бутова // Здоровье и болезнь как состояния человека. - Ставрополь: Изд-во СГМА, 2000. – С. 44-49.
 38. Бутова О.А. Колебательный контур взаимосвязей параметров гомеостатических систем организма юношей ставрополя / О.А. Бутова // Эколого-физиологические проблемы адаптации: материалы XV Всероссийского симпозиума. – М.: РУДН, 2012. – С. 162.
 39. Ватанабе А.М. Механизмы адренергической и холинергической регуляции сократимости миокарда / А.М. Ватанабе, Дж.П., Линдемманн // Физиология и патология сердца. - Т. 2. – М.: Медицина, 1988. – С. 124 – 167.
 40. Вейн А.М. Заболевания вегетативной нервной системы / А.М. Вейн. – М.: Медицина, 1991. – 624 с.
 41. Веневцева Ю.Л. Гендерные особенности variability сердечного ритма в разных возрастных группах / Ю.Л. Веневцева, А.Х. Мельников, Е.Н. Казидзева, Т.А. Гомова, И.В. Переломова, Н.А. Никонова, Д.А. Елисеев, П.А. Хренов // Variability сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: материалы 5 всеросс. Симп. - Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011. – С.31-33.
 42. Веселовский В.П. Практическая вертеброневрология и мануальная терапия / В.П. Веселовский. - Рига, 1991. - 344 с.\
 43. Вицлеб Э. Функции сосудистой системы / Э. Вицлеб // Физиология человека. В 3-х томах. Т.2. Пер.с англ./ Под ред. Р. Шмидта и Г. Тевса. – М.: Мир, 1996. – С. 498 – 566.
 44. Власенко Н.Ю. Исследование особенностей variability сердечного ритма в зависимости от стажа службы у сотрудников МЧС / Н. Ю. Власенко, Е.А. Евстифеева, С.И. Филиппченкова, И.И. Макарова, А.В.

- Аксенова // Научные труды V Съезда физиологов СНГ, V Съезда биохимиков России, Конференции ADFLIM. – ACTA NATURAE / СПЕЦВЫПУСК том 1; под ред. А.И. Григорьева, Ю.В. Наточина, Р.И. Сепиашвили, А.Г. Габибова, В.Т. Иванова, А.П. Савицкого. – 2016. – С. 187.
45. Вуду Л.Ф. Функционально-адаптивный потенциал сердечно-сосудистой системы у больных первичным гипотиреозом / Л.Ф. Вуду // Научные труды 5 Съезда физиологов СНГ. – ACTA NATURAE / том I; под ред. Р.И. Сепиашвили, Ю.В. Наточина, А.И. Григорьева, В.Т. Иванова, А.Г. Габибова, А.П. Савицкого. – 2016. – С. 109.
 46. Гаврилушкин А.П. Теоретические и практические аспекты нелинейных хаотических колебаний ритма сердца / А.П. Гаврилушкин, А.П. Маслюк // Медленные колебательные процессы в организме человека. Теоретические и практические аспекты нелинейной динамики, хаоса и фрактальной физиологии и медицины. Материалы 3-го Всероссийского симпозиума. – Новокузнецк, 2001. – С. 37 – 48.
 47. Геворкян Э.С. Динамика интегральных характеристик variability сердечного ритма и психофизиологических показателей студентов в режиме однодневной и недельной учебной нагрузки / Э.С. Геворкян и др. // Физиол. человека. – 2006. – Т. 32. - № 4. – С. 57 – 63.
 48. Головин М.С. Влияние аудио - визуальной стимуляции на вегетативную регуляцию и variability сердечного ритма спортсменов циклических видов / М.С. Головин, Р.И. Айзман // Научные труды IV съезда физиологов СНГ / под ред. А.И. Григорьева, Ю.В. Наточина, Р.И. Сепиашвили. – М.: Медицина – Здоровье, 2014. – С. 241-242.
 49. Гончарук С.В. Сколиоз - причины возникновения; диагностика; лечение / С.В. Гончарук, О.А. Брежнева // Современные тенденции развития науки и технологий. Материалы XXV Международной научно-практической конференции / под ред. Ж.А. Шаповал. – Белгород: ООО Агенство перспективных научных исследований, 2017. - №4, Часть 1. – С. 133-135.

50. Горбунов Н.П. Влияние умственной нагрузки на структуру сердечного ритма у студентов / Н.П. Горбунов, Кузнецова О.Б. // Вестн. аритмол. Рос. науч.- практ. рецензируемый журн. – СПб. – 2006. - Приложение А. – С. 157.
51. Горст В.Р. Хронофизиологические аспекты формирования ритма сердца / В.Р. Горст, И.Н. Полунин, Н.А. Горст, Л.В. Шебеко, М.И. Лобанова // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: материалы V всеросс. симп. с международным участием / отв. ред. Р.М. Баевский, Н.И. Шлык, Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011.- С. 46-49.
52. Горст В.Р. Комплексная оценка сердечно – сосудистой системы в условиях задержки дыхания / В.Р. Горст // Вестн. аритмол. Росс. науч. – практ. рецензируемый журн. – СПб. – 2006. - Приложение А. – С. 155.
53. Горст В.Р. Формирование ритма сердца и адаптационные возможности организма при различных функциональных состояниях: автореф. дисс... докт. биол. наук: 03.00.13 / Горст Виктор Рудольфович. - Астрахань, 2009. – 45 с.
54. Гулова Г. Психовегетативная характеристика стресса и адаптационные возможности студентов / Г. Гулова // Научные труды 5 Съезда физиологов СНГ. – АСТА NATURAE / том I; под ред. Р.И. Сепиашвили, Ю.В. Наточина, А.И. Григорьева, В.Т. Иванова, А.Г. Габибова, А.П. Савицкого. – 2016. – С. 132.
55. Данилов И. М. Остеохондроз для профессионального пациента / И. М. Данилов. - Киев: Лотос, 2011. – 400 с.
56. Димитриев В.А. Оценка вегетативной регуляции сердечного ритма у студентов старших курсов в течение учебного года. / В.А. Димитриев, Н.В. Хураськина, Л.А. Александрова // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: материалы V всеросс. Симп. - Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011. – С. 53-56.

57. Долженков А.В. Остеохондроз / А.В. Долженков. – М.: АСТ; Владимир: ВКТ, 2011. – 208 с.
58. Дорохов Е.В. Музыкотерапия как способ нелекарственной коррекции функционального состояния студентов / Е.В. Дорохов, Л.А. Киреева, Н.В. Казарцева, А.В. Сергиенко, В.Н. Яковлев // Научные труды IV съезда физиологов СНГ / под ред. Р.И. Сепиашвили, А.И. Григорьева, Ю.В. Наточина. – М.: Медицина – Здоровье, 2014. – С. 211.
59. Дубровский В.И. Валеология. Здоровый образ жизни / В.И. Дубровский. – М.: RETORIKA – А: Флинта, 1999. – 560 с.
60. Дудин М.Г. К вопросу об этиопатогенезе идиопатического сколиоза / М.Г. Дудин, Д.Ю. Пинчук, С.С. Бекшаев и др. // Хирургия позвоночника, 2006. - №4. – С. 22-26.
61. Дудинский Д.И. Техника релаксации / Д.И. Дудинский. -Мн.:Харвест, 2004. - 96 с.
62. Еремеев С.И. Особенности кардиоритмограммы по ходу сеанса ЭЭГ БОС тренинга у представительниц спортивных игр массовых разрядов / С.И. Еремеев, О.В. Еремеева, С.К. Поддубный // Научные труды I Съезда физиологов СНГ / Под ред. Р.И. Сепиашвили.- т. 1. – М.: Медицина – Здоровье, 2005. – С. 291.
63. Ефиценко Е.В. Спектральный анализ сердечного ритма на этапах выполнения учебного водолазного погружения / Е.В. Ефиценко, Е.Г. Мирошников, С.А. Копытов, О.Н. Мирошникова; под ред. А.И.Григорьева, Р.И. Сепиашвили, Ф.И.Фурдуня // Научные труды II съезда физиологов СНГ – Москва - Кишинэу: Медицина - Здоровье, 2008. – С. 224.
64. Ефремушкин Г.Г. Вариабельность синусового ритма у пациентов с инфарктом миокарда в процессе длительной поликлинической реабилитации с физическими тренировками / Г.Г. Ефремушкин, А.А. Ефремушкина, А.Г. Акимочкина // Рос. кардиол. журн. – 2005. - № 1. – С. 20 – 23.

65. Ешманова А.К. Исследование функционального состояния вегетативной нервной системы у практически здоровых людей, подверженных хроническим стрессорным воздействиям / А.К. Ешманова, А.А. Аканов, С.Ш. Шалхаров, А.М. Киябаев // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: материалы V всеросс. Симп.; отв. ред. Р.М. Баевский, Н.И. Шлык. - Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011. – С.56- 59.
66. Жарков П.Л. «Поясничные» боли диагностика причины лечение / П.Л. Жарков, А.П. Жарков, С.М. Бубновский. - М., 2001. - 143 с.;
67. Жданов Р.И. Гендерные особенности в восприятии экзамена как стресса у здоровых добровольцев: вариабельность сердечного ритма и тромбодинамика / Р.И. Жданов, В.Г. Двоеносов, В.Ю. Сыромятникова // Научные труды 5 Съезда физиологов СНГ. – АСТА NATURAE / том I; под ред. Р.И. Сепиашвили, Ю.В. Наточина, А.И. Григорьева, В.Т. Иванова, А.Г. Габибова, А.П. Савицкого. – 2016. – С. 138.
68. Жемайтите Д. Анализ сердечного ритма / Д. Жемайтите, Л. Тельксниса. - Вильнус: Мокслас, 1982. - 130 с.
69. Жоголева О.А. Системный подход в оценке здоровья студентов / О.А. Жоголева, Е.В. Дорохов, Н.А. Агаджанян // Научные труды II съезда физиологов СНГ; под ред. Р.И. Сепиашвили, А.И.Григорьева, Ф.И.Фурдую. – Москва - Кишинэу: Медицина - Здоровье, 2008. – С. 210.
70. Жолондз М.Я. Остеохондрозы – заблуждение: Блокады дисков / М.Я. Жолондз . – СПб.: ИД «Весь», 2001. – 128 с. (курсы естественной медицины).
71. Звездин М.С. Влияние остеопатических мануальных манипуляций (механической остеопатической связи) на деятельность вегетативной нервной системы / М.С. Звездин // Мануал. терапия. – 2006. - № 4. – С.49 – 54.

72. Земцовский Э.В. Функциональная диагностика состояния вегетативной нервной системы / Э.В. Земцовский, В.М. Тихоненко, С.В. Рева, М.М. Демидова. – С-Пб.: ИНКАРТ, 2004. - 80 с.
73. Зефиров Т.Л. Возможные механизмы гетерогенных вегетативных влияний на сердце / Т.Л.Зефиров // XXII Физиологического общества имени И.П.Павлова: тезисы докладов. – Волгоград: Изд-во ВолгГМУ, 2013. – С. 183.
74. Зефиров Т.Л. Значение α -адренорецепторов в развивающемся сердце / Т.Л. Зефиров, Н.И. Зиятдинова // Научные труды 5 Съезда физиологов СНГ. – АСТА NATURAE / том I; под ред. Р.И. Сепиашвили, Ю.В. Наточина, А.И. Григорьева, В.Т. Иванова, А.Г. Габибова, А.П. Савицкого. – 2016. – С. 95.
75. Зефиров Т.Л. Нервная регуляция сердечного ритма крыс в постнатальном онтогенезе: автореф. дис....д-ра мед. наук: 03.03.00 / Зефиров Тимур Львович. - Казань, 1999. – 39 с.
76. Зефиров Т.Л. Новый взгляд на механизмы возрастных изменений сердечного ритма / Т.Л. Зефиров, Н.В. Святова, Н.И. Зиятдинова // Бюлл. эксперим. биол. и мед. - 2001. - Т. 131, № 6. – С. 612 – 616.
77. Зиятдинова Н.И. Вегетативный контроль сердечной деятельности включает модуляцию каналов, активируемых при гиперполяризации *in vivo* / Н.И. Зиятдинова, А.Л. Зефиров, Ф.Г. Ситдилов, Т.Л. Зефиров // Росс. физиол. журнал. – 2003. – Т. 89. - № 2. – С. 154 – 160.
78. Зиятдинова Н.И. Селективная блокада α_1 -адренорецепторов вызывает противоположные изменения хронотропии сердца крыс разного возраста / Н.И. Зиятдинова, А.Л. Зефиров, Т.Л.Зефиров // Бюлл. эксперим. биол. и мед. – 2011. – Т.152, №7. – С.22-24.
79. Зиятдинова Н.И. Роль различных А-адренорецепторов в регуляции развивающегося сердца / Н.И. Зиятдинова, Л.И.Хисамиева, Р.Е.Дементьева, Т.Л Зефиров // XXII Физиологического общества имени

И.П.Павлова: тезисы доклада. – Волгоград: Изд-во ВолгГМУ, 2013. – С. 185.

80. Иваницкий М.Ф. Анатомия человека с основами динамической и спортивной морфологии / М.Ф. Иваницкий // Под ред. Б.А.Никитюка, А.А.Гладышевой, Ф.В.Судзиловского. – М.: Спорт, 2016. – 624 с.
81. Иванов Г.Г. Показатели индексов спектрального анализа в группах здоровых лиц (анализ PP – и RR – интервалов) / Иванов Г.Г. // Вестн. аритмол. Росс. науч. – практ. рецензир. журн. – СПб. – 2006. Приложение А. – С. 155.
82. Ивченко, Н.В. Регуляция вариабельности сердечного ритма с помощью мягких мануальных техник по методу «ИВ» у лиц, занимающихся умственным трудом / Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: материалы V всеросс. симп. с международным участием. - Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011.- С. 60-69.
83. Калабанов В.К. Дурально-мышечно-венолимфатическая помпа позвоночника. Гипотеза или реальный факт? / В.К. Калабанов // Мануал. терапия. – 2006. - № 4. – С. 42 – 48.
84. Калабанов В.К. Дурально-мышечно-венолимфатическая помпа позвоночника. Сообщ. II. Экспериментальные данные магнитно-резонансной томографии о функциональном смещении дурального мешка спинного мозга в эпидуральном и субарахноидальном пространствах / В.К. Калабанов // Мануал. терапия. – 2007. - № 1. – С. 74 – 81.
85. Кириллина Т.Н. Особенности нейровегетативной регуляции у крыс с разной устойчивостью к стрессу, оцениваемые по вариабельности параметров гемидинамики / Т.Н. Кириллина, М.А. Усачева, Л.М. Белкина // Бюлл. эксп. Биол. и мед. – 2006. – Т.142, №10. – С.376-378.
86. Кириллова И.А. Зависимость циркадной организации регуляции сердечного ритма от пролонгированного музыкального сенсорного

воздействия / И.А. Кириллова, Т.Н. Маляренко, И.М. Воронин, Ю.А. Говша // Рос. физиол. журн. – 2007. – Т. 93, № 2. – С. 180 – 188.

87. Ковалева А.В. Динамика показателей variability ритма сердца при изменении функционального состояния человека / А.В. Ковалева, Е.Н. Нанова, А.К. Горбачева // XXII съезд Физиологического общества имени И.П. Павлова: Тезисы докладов. – Волгоград: Изд-во Волг ГМУ, 2013. – С. 229.
88. Кожевникова Е.В. О взаимосвязи уровней постоянного потенциала головного мозга и показателей регуляции сердечного ритма / Е.В.Кожевникова, А.Х. Кальметьев // Научные труды II съезда физиологов СНГ; под ред. А.И.Григорьева, Р.И. Сепиашвили, Ф.И.Фурдья. – Москва - Кишинэу: Медицина - Здоровье, 2008. – С. 64.
89. Комиссарова О.В. Особенности вегетативной регуляции сердечного ритма у детей различных возрастных групп / О.В. Комиссарова, Е.В. Дорохов // Агаджаньяновские чтения: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Москва, 28-29 января 2016 г. – М.: РУДН, 2016. – С. 62-64.
90. Комлева Н.Е. Оценка адаптационных процессов в межпозвонковых дисках на основе компьютерного анализа цифровых магнитно-резонансных томограмм позвоночника / Н.Е. Комлева, А.А. Марьяновский // Эколого-физиологические проблемы адаптации: материалы XV Всероссийского симпозиума. – М.: РУДН, 2012. – С. 111 - 113.
91. Кон И.И. Особенности гормонального статуса у девочек, больных диспластическим сколиозом / И.И. Кон, Е.Н. Бахтина, О.Г. Замяткина // V съезд травматологов-ортопедов республик Советской Прибалтики. Рига, 18-20 ноября 1986 года: Тезисы докладов – ч.І. – С. 284-286.
92. Коновалова Г.М. Особенности variability сердечного ритма и ЭКГ у студентов в процессе адаптации к условиям обучения в вузе / Г.М. Коновалова, Г.А. Севрюкова // Variability сердечного ритма:

Теоретические аспекты и практическое применение: Материалы 5 всеросс. симп. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011. - С. 76 - 86.

93. Корж А.А. Диагностика и консервативное лечение заболеваний и повреждений опорно-двигательной системы: Справочник. В 8 кн. Книга первая: Остеопороз / А.А. Корж, Н.В. Дедух, С.Д. Шевченко и др. - Харьков: «Основа», 1995.
94. Котельников С.А. Вариабельность ритма сердца: представления о механизмах / С.А. Котельников // Физиология человека. – 2002. – Т.28, №1. – С. 130-143.
95. Кривоногова Е.В. Параметры когнитивного вызванного потенциала P300 в оценке успешности биоуправления параметрами ритма сердца с биологической обратной связью у молодых людей на севере / Е.В. Кривоногова, Л.В. Поскотинова, Д.Б. Демин // Научные труды 4 съезда физиологов СНГ / под ред. А.И. Р.И. Сепиашвили, Григорьева, Ю.В. Наточина. – М.: Медицина – Здоровье, 2014. – С. 56-57.
96. Кривошеина Н.П. Психолого-физиологические подходы к изучению процесса адаптации к обучению в кадетском корпусе полиции / Н.П. Кривошеина, А.И. Федоров, В.Н. Кондрицкий, С.А. Любченко, Е.Н. Сереброва // 22 съезд Физиологического общества имени И.П. Павлова: Тезисы докладов. – Волгоград: Изд-во Волг ГМУ, 2013. – С. 264-265.
97. Кузьмин А.А. Влияние спортивных и физических нагрузок на регуляторно-адаптивные возможности сердечно-сосудистой системы студентов / А.А. Кузьмин, С.С. Гречишкина, Т.Г. Петрова // 22 съезд Физиологического общества имени И.П. Павлова: Тезисы докладов. – Волгоград: Изд-во Волг ГМУ, 2013. – С. 277-278.
98. Кулев А.Г. Анализ вариабельности ритма сердца в оценке эффективности и безопасности нейроаксиальных блокад у детей: автореф. дис...канд. мед. наук: 14.00.37 / А.Г. Кулев– СПб.: С.-Петербург. гос. педиатр. мед. акад., 2007. – 22 с.

99. Курбанов Б. Состояние симпатoadреналовой системы при эмоциональном стрессе / Б. Курбанов, М. Шехова // Научные труды 5 Съезда физиологов СНГ. – АСТА NATURAE / том 1; под ред. Р.И. Сепиашвили, Ю.В. Наточина, А.И. Григорьева, В.Т. Иванова, А.Г. Габибова, А.П. Савицкого. – 2016. – С. 137-138.
100. Курданова М.Х. Вариабельность ритма сердца и показатели электроэнцефалографии у больных с артериальной гипертонией / М.Х. Курданова, И.А. Бесланеев, Л.М. Батырбекова, Х.А. Курданов // 22 съезд Физиологического общества имени И.П. Павлова: Тезисы докладов. – Волгоград: Изд-во Волг ГМУ, 2013. – С. 284-285.
101. Курьянова Е.В. Влияние скополамина, галантамина и их сочетание с гексаметонием и атропином на спектральные характеристики сердечного ритма нелинейных крыс. / Е.В. Курьянова, Ю.Д. Жукова, А.В. Трясучев, Н.А. Горст // Сибирский научный медицинский журнал. – 2016. - Т.36, №3. – С. 5 – 12.
102. Курьянова Е.В. Возрастные и половые особенности изменений вариабельности сердечного ритма при блокаде и стимуляции периферических адренорецепторов у нелинейных крыс. / Е.В. Курьянова, Д.Л. Теплый // Бюлл. эксперим. биол. и мед. – 2014. – Т. 157, №3. – С. 284-288.
103. Курьянова Е.В. Волновые характеристики сердечного ритма нелинейных крыс при блокаде периферических и центральных адренергических структур / Е.В. Курьянова, Ю.Д. Жукова, Н.А. Горст, Н.В. Жуковина // Сибирский научный медицинский журнал. – 2015. - Т.35, №2. – С. 23 – 30.
104. Курьянова Е.В. Динамика корреляционных связей между параметрами вариабельности сердечного ритма на этапах онтогенеза нелинейных крыс / Е.В. Курьянова, Ю.Д. Жукова // 22 съезд Физиологического общества имени И.П. Павлова: Тезисы докладов. – Волгоград: Изд-во Волг ГМУ, 2013. – С. 286-287.

105. Курьянова Е.В. Типы регуляции сердечного ритма у нелинейных крыс и их особенности при длительном приеме альфа-токоферола / Е.В. Курьянова // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: материалы V всеросс. симп. с международным участием. - Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011.- С. 423-426.
106. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г.Ф. Лакин. – М.: Высшая школа. – 1990. – 352 с.
107. Лебедь В.Г. Особенности вегетативной реактивности при умеренной физической нагрузке во время стресс-пробы по данным кластерного анализа у пациентов со стабильной стенокардией / В.Г. Лебедь, Е.Б. Королева // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: материалы 5 всеросс. симп. с международным участием / отв. ред. Р.М. Баевский, Н.И. Шлык, Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011.- С. 426-434.
108. Леви М.Н. Нейрогуморальная регуляция работы сердца / М.Н. Леви, П.Ю. Мартин; под ред. Н.Сперелакиса // Физиология и патология сердца: пер. с англ. : В 2 т. Т. 1. – М.: Медицина, 1988. – С. 64 – 90.
109. Левит, К. Мануальная терапия: Пер. с нем. / К. Левит, Й. Захсе, В. Янда. – М.: Медицина, 1993 - 512 с.
110. Лиев, А.А. Клинико-анатомический атлас мануальной медицины / А.А. Лиев, В.К. Татьянченко. – Петропавловск – Камчатский: АО «Камчатский печатный двор», 1996. – 200 с.
111. Линдеман, Х. Аутогенная тренировка / Х. Линдеман; пер. с нем. С.Э. Борич; худ. обл. М.В. Драко. - Мн.: ООО «Попурри», 2000.-192 с.
112. Лисова И.М. Суточная динамика параметров вариационной пульсометрии у крыс разного возраста, подвергавшихся физической нагрузке / И.М. Лисова // 22 съезд Физиологического общества имени И.П. Павлова: Тезисы докладов. – Волгоград: Изд-во Волг ГМУ, 2013. – С. 300.
113. Лисова И.М. Суточная динамика показателей вариационной пульсометрии в период тренировочного процесса / И.М. Лисова, Е.А.

Манюков // Эколого-физиологические проблемы адаптации: материалы 15 Всероссийского симпозиума. – М.: РУДН, 2012. – С. 132 - 133.

114. Лоскутова А. Н. Возрастная динамика вегетативной регуляции сердечного ритма у аборигенов магаданской области / А.Н. Лоскутова, А.Л. Максимов // 22 съезд Физиологического общества имени И.П. Павлова: Тезисы докладов. – Волгоград: Изд-во Волг ГМУ, 2013. – С. 306.
115. Лышова О.В. Внешнее дыхание и ритм сердца (атлас динамических реопневмограмм и электрокардиограмм) / О.В. Лышова, В.М. Проворотов. – СПб.: ИНКАРТ, 2006. – 271 с.
116. Люсов В.А. Динамика показателей variability ритма сердца в клинике острого периода инфаркта миокарда / В.А. Люсов // Рос. кардиол. журн. – 2007, № 3. – С.31 – 35.
117. Максимов Н.И. Variability ритма сердца у лиц с пароксизмальной наджелудочковой тахикардией при ИБС / Н.И. Максимов, Е.В. Кудрина // Variability сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: материалы 5 всеросс. симп. с международным участием. -Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011.- С. 434-435.
118. Малахов Н.В. Возможности компьютерной кардиоинтервалографии при экспертной оценке легких форм черепно-мозговой травмы / Н.В. Малахов // Пробл. экспертизы в мед. – 2007. – Т. 7, № 1. – С. 36 – 39.
119. Маляренко Т.Н. Поиски путей оптимальной оценки функционального состояния организма человека и его коррекции / Т.Н. Маляренко, А.Т. Быков, Ю.Е. Маляренко, Э.В. Курбатова // Научные труды 2 съезда физиологов СНГ; под ред. Р.И. Сепиашвили, А.И.Григорьева, Ф.И.Фурдудя. – Москва - Кишинэу: Медицина - Здоровье, 2008. – С. 236.
120. Мамиев О.Б. Клинические и прогностические критерии нормальной и нарушенной адаптации к родовой деятельности у матери и плода: автореф. дисс....докт. мед.наук / О.Б. Мамиев. – Казань, 2006. – 52 с.
121. Мамий В.И. Об основах прогностической значимости variability сердечного ритма сердца / В.И. Мамий // Variability сердечного

ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: Тезисы докл. междунар. симпозиума; отв. ред. Р.М.Баевский, Н.И.Шлык. – Ижевск: Изд. Удм. Ун-та, 2003. – 178 – 179.

122. Мартынов А.В. β_3 - адренорецепторы – актуальные аспекты изучения / А.В. Мартынов // Научные труды 4 съезда физиологов СНГ / под ред. Р.И. Сепиашвили, А.И. Григорьева, Ю.В. Наточина. – М.: Медицина – Здоровье, 2014. – С. 29.
123. Мартынов А.В. Значение β_2 – адренорецепторов сердца мышцы в положительной инотропной реакции опосредованной норадреналином / А.В. Мартынов, Ю.Г. Одношивкина, А.Л. Зефирова, А.М. Петров // XXII съезд Физиологического общества имени И.П. Павлова: Тезисы докладов. – Волгоград: Изд-во Волг ГМУ, 2013. – С. 331.
124. Маслюков П.М. Иммунохимическая характеристика нейронов звездчатого узла симпатического ствола мышцы в постнатальном онтогенезе / П.М. Маслюков, В.В. Шилкин, Ж.П. Тиммерманс // Морфология. – 2005. – Т. 128, № 5. – С. 41 – 44.
125. Машин В.А. Нестационарность и длительность временного ряда сердечного ритма при диагностике функциональных состояний операторов / В.А. Машин // Биофизика. – 2007. – Т. 52, № 2. – С. 344 – 354.
126. Миронова Т.Ф. Вариабельность сердечного ритма при ишемической болезни сердца / Т.Ф. Миронова, В.А. Миронов. – Челябинск: «Рекпол», 2006. – 136 с.
127. Миронова Т.Ф. Клинический анализ волновой структуры сердечного ритма при ишемических кардиоаритмиях / Т.Ф. Миронова, В.А. Миронов, В.А. Куватов, А.Р. Бурматова, Е.В. Куватова, О. Ю. Нохрина // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: материалы V всеросс. симп. с международным участием / отв. ред. Р.М. Баевский, Н.И. Шлык, Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011.- С. 438-441.

128. Мовшович И.А. Рентгенодиагностика и принципы лечения сколиоза / Мовшович И.А., Риц И.А. - М.: Медицина. – 1969. – 391 с.
129. Муралиев, Э.Ж. Вариабельность сердечного ритма и сердечно-сосудистая система / Э.Ж. Муралиев // Вестн. Кыргыз. – Рос. Слав. ун-та. – 2007. – Т. 7, №3. – С. 24 – 28.
130. Муха Ю.П. Структурно-топологическая модель функции адаптации и оценки качества адаптации / Ю.П. Муха, А.В. Бугров // Биомед. технол. и радиоэлектрон. – 2007, № 5. С. 29 – 36.
131. Мухаметжанова С.Е. Вариабельность сердечного ритма как показатель вегетативного регулирования гемодинамики горнорабочих / С.Е. Мухаметжанова // Гигиена труда и мед. экол. – 2006. - № 3. – С.51 – 57.
132. Некляев Н.Ф. Статистический анализ экспериментальных исследований в медицине / Н.Ф. Некляев. – Ростов-на-Дону, 1968. – 59 с.
133. Ноздрачев А.Д. Аксон-рефлекс. Новые взгляды в старой области / А.Д. Ноздрачев // Физиологический журнал. – 1995. - Т.81, № 11. – С. 136 - 144.
134. Ноздрачев А.Д. АХЭ-позитивные нейроны в звездчатом ганглии млекопитающих / А.Д. Ноздрачев, М.М. Фатеев, П.М. Маслюков, Е.Г. Аккуратов // Физиол. журнал им. И.М.Сеченова. – 1995. – Т.81, № 10. – С. 32 -35.
135. Ноздрачев А.Д. Звездчатый ганглий. Структура и функции / А.Д. Ноздрачев, М.М. Фатеев . – СПб.: Наука, 2002. – 239 с.
136. Ноздрачев А.Д. Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы / А.Д. Ноздрачев, Ю.В. Щербатых // Физиология человека. – 2001. – Т. 27, №.6. – С. 95-101.
137. Нордемар, Р. Боль в спине: Причины, лечение, предупреждение: Пер. с шведского / Р. Нордемар. – 2-е изд., стереотипное. – М.: Медицина, 1991.- 144 с.
138. Обухова А.В. Вариабельность сердечного ритма и уровень физической подготовленности у студентов-юристов с разным типом регуляции сердечного ритма / А.В. Обухова, Н.И. Шлык, И.И. Шумихина // Научные

- труды 2 съезда физиологов СНГ; под ред. А.И.Григорьева, Р.И. Сепиашвили, Ф.И.Фурдую. – Москва - Кишинэу: Медицина - Здоровье, 2008. – С. 86.
139. Овечкина А.В. Лечебная гимнастика для детей с нарушениями осанки и сколиозом начальных степеней / А.В. Овечкина, Л.А.Дрожжина, В.А. Суворова, Г.В. Мухина. - СПб.: 1999 – 30 с.
 140. Осадчий О.Е. Исследование электрофизиологических свойств сердца при введении регуляторных пептидов / О.Е. Осадчий // Физиология человека. – 2001. – Т. 27, № 5. – С. 105 – 110.
 141. Осадчий О.Е. Роль типовой принадлежности М-холинорецепторов в осуществлении вагусного влияния на ритм и проводимость сердца / О.Е. Осадчий // Кардиология. – 2005. – Т. 45, № 4. – С. 64.
 142. Парин В.В. Космическая кардиология / В.В. Парин, Р.М. Баевский, Ю.Н. Волков, О.Г. Газенко. – Л.: Медицина, 1967. – 208 с.
 143. Патент 2307582 Российская Федерация, МПК 7 А61В 5/0452. Способ диагностики смерти головного мозга / А.В. Елфимов, Н.Н. Спирин. - № 2006100811/14; заявл. 10.01.2006; опубл. 10.10.2007.
 144. Пиковская Н.Б. Анализ вариабельности ритма сердца у юношей / Н.Б. Пиковская // 22 съезд Физиологического общества имени И.П. Павлова: Тезисы докладов. – Волгоград: Изд-во Волг ГМУ, 2013. – С. 414.
 145. Погребняк Т.А. Особенности адаптации первокурсниц к временному режиму обучения по показателям гемодинамики и вариабельности сердечного ритма / Т.А. Погребняк, Е.С. Тверитина, М. ДЖ. Я. Аль-Шаммари // 22 съезд Физиологического общества имени И.П. Павлова: Тезисы докладов. – Волгоград: Изд-во Волг ГМУ, 2013. – С. 417-418.
 146. Покровский В.М. Развитие идей нобелевского лауреата Ивана Петровича Павлова о целостности организма на современном этапе физиологии / В.М. Покровский // Научные труды 5 Съезда физиологов СНГ. – АСТА NATU-RAE / том I; под ред. Р.И. Сепиашвили, Ю.В. Наточина, А.И. Григорьева, В.Т. Иванова, А.Г. Габибова, А.П. Савицкого.– 2016. – С. 26.

147. Полищук Л.В. Динамика вегетативного статуса при исследовании сердечно-дыхательного синхронизма / Л.В. Полищук, А.А. Схинас // Научные труды 5 Съезда физиологов СНГ. – АСТА NATURAE / том I; под ред. Р.И. Сепиашвили, Ю.В. Наточина, А.И. Григорьева, В.Т. Иванова, А.Г. Габибова, А.П. Савицкого. – 2016. – С. 135-136.
148. Полунин И.Н. Ритмогенез сердца / И.Н. Полунин. – Астрахань: Астраханская гос. мед. акад. – 1997. – 285 с.
149. Полунин, И.Н. Биосинергетика сино-атриального узла сердца / И.Н. Полунин, Н.И. Иванова, Н.М. Митрохина, В.Г. Сердюков. - Астрахань: Астраханская гос. мед. акад. – 2000. – 193 с.
150. Полунин И.Н. Пространственно-временная организация синоатриального узла / И.Н. Полунин, В.Р. Горст, Н.А. Горст // Научные труды 5 Съезда физиологов СНГ. – АСТА NATURAE / том I; под ред. Р.И. Сепиашвили, Ю.В. Наточина, А.И. Григорьева, В.Т. Иванова, А.Г. Габибова, А.П. Савицкого. – 2016. – С. 157.
151. Пономарева И.А. Вегетативная регуляция сердечной деятельности студентов ФФКС ЮФУ различных спортивных специализаций / И.А. Пономарева // 22 съезд Физиологического общества имени И.П. Павлова: Тезисы докладов. – Волгоград: Изд-во Волг ГМУ, 2013. – С. 425.
152. Попелянский Я. Ю. Болезни периферической нервной системы : рук. для врачей / Я. Ю. Попелянский. - М.: МЕДпресс-информ, 2005. - 368 с.
153. Попов В.В. Вариабельность сердечного ритма: возможности применения в физиологии и клинической медицине / В.В. Попов, Л.Н. Фрицше // Укр. мед. часопис. – 2006. - № 2. – С. 24 – 31.
154. Поскотинова Л.В. Эффективность биоуправления параметрами вариабельности сердечного ритма при заболевании сахарным диабетом / Л.В. Поскотинова, Е.В. Кривоногова, Д. Б. Демин // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: материалы V всеросс. симп. с международным участием / отв. ред. Р.М.

Баевский, Н.И. Шлык, Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011.- С. 458-467.

155. Потапчук А.А. Осанка и физическое развитие детей. Программы диагностики и коррекции нарушений / А.А. Потапчук, М.Д. Дидур. - Спб.: Речь, 2001. - 166 с.
156. Реброва О.Ю. Статистический анализ медицинских данных. Применение пакета прикладных программ STATISTICA / О.Ю. Реброва. – М.: Медиа Сфера. – 2002. – 305 с.
157. Ревина Н.Е. Оценка выраженности синдрома эмоционального выгорания по данным анализа вариабельности сердечного ритма у врачей скорой помощи / Н.Е. Ревина, А.С. Овчинникова // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: материалы 5 всеросс. симп. с международным участием / отв. ред. Р.М. Баевский, Н.И. Шлык, Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011.- С. 330-332.
158. Родионова Н.В. Клеточные механизмы гравитационно-зависимых изменений в костных структурах / Н.В. Родионова, В.С. Оганов // 22 съезд Физиологического общества имени И.П. Павлова: Тезисы докладов. – Волгоград: Изд-во Волг ГМУ, 2013. – С. 447.
159. Сабирьянов А.Р. Особенности частотно-временных характеристик ритма сердца у женщин в возрастных группах от 8 к 55 годам / А.Р. Сабирьянов, Е.С. Сабирьянова // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: материалы 5 всеросс. симп. с международным участием / отв. ред. Р.М. Баевский, Н.И. Шлык, Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011.- С. 157-165.
160. Сакиев К.З., Сраубаев Е.Н. Состояние активности сердечного ритма у рабочих гидрметаллургического цеха алюминиевого производства / К.З. Сакиев, Е.Н. Сраубаев // Научные труды 2 съезда физиологов СНГ; под ред. А.И.Григорьева, Р.И. Сепиашвили, Ф.И.Фурдуй. – Москва - Кишинэу: Медицина - Здоровье, 2008. – С. 220.

161. Сальников Е.В. Вариабельность сердечного ритма у бодрствующих и наркотизированных крыс при воздействии β -блокаторов / Е.В.Сальников, М.М.Фатеев, А.В. Сидоров, В.Н. Федоров, М.В. Григорьев // Бюлл. эксперим. биол. и мед. – 2007. – Т. 144, №10. – С.372-375.
162. Сапин М.Р. Анатомия человека: В 2 т. Т 1 / М.Р. Сапин, Д.Б. Никитюк, В.С. Ревазов // Под ред. М.Р. Сапина. – М.: Издательство «Шико», 2014. – 632 с.
163. Северина Е.А. Использование аппаратно-программного комплекса «Варикард» при диагностических обследованиях / Е.А. Северина, Д.В. Торшин // Агаджаньяновские чтения: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Москва, 28-29 января 2016 г. – М.: РУДН, 2016. – С. 119 - 121.
164. Семенов Ю.Н. Аппаратно-программный комплекс «Варикард» для оценки функционального состояния организма по результатам математического анализа сердечного ритма / Ю.Н. Семенов, Р.М. Баевский // Вариабельность сердечного ритма. – Ижевск, 1996. – С. 160 – 162.
165. Семенов, Ю.Н. Математические аспекты нормирования параметров ВСР / Ю.Н. Семенов // Эколого-физиологические проблемы адаптации: материалы XV Всероссийского симпозиума. – М.: РУДН, 2012. – С. 202 – 204.
166. Сентябрьев Н.Н. Направленная релаксация организма при напряженной мышечной деятельности человека: Монография / ВГАФК, Волгоград, 2004. – 142 с.
167. Сергеева О.В. Влияние адреноблокаторов на медленные (LF) волны ритма сердца у кроликов / О.В. Сергеева, И.А. Акимова, И.С. Антонов и др. // Бюл. эксп. Биол. и мед. – 2014. – Т.157, №3. – С.269-271.
168. Ситдилов Ф.Г. Возрастные изменения чувствительности и реактивности сердца к адреналину и ацетилхолину у химически десимпатезированных животных / Ф.Г. Ситдилов, В.Ф. Савин // Двигательная активность и симпато-адреналовая система в онтогенезе. – Казань, 1987. – С. 140-150.

169. Ситдигов Ф.Г. Лекции по возрастной физиологии сердца / Ф.Г. Ситдигов, Т.Л. Зефирова. – Казань: Изд-во ТГПУ, 2006. – 102 с.
170. Ситель А.Б. Соло для позвоночника / А.Б. Ситель. – М.:Метафора, 2006.- 224 с.
171. Смагулов Н.К. Физиологическая оценка адаптационных процессов военнослужащих срочной службы / Н.К. Смагулов, А.М. Мухамеджанов // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: материалы V всеросс. симп. с международным участием. - Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011.- С. 177-181.
172. Сорокин К.А. Оценка и анализ динамических рядов кардиоинтервалов у студентов-жителей дискомфортных зон гор / К.А. Сорокин, А.А. Сорокин, А.С. Шаназаров // Научные труды 4 съезда физиологов СНГ / под ред. Р.И. Сепиашвили, А.И. Григорьева, Ю.В. Наточина,. – М.: Медицина – Здоровье, 2014. – С. 205 - 206.
173. Статуева Л.М. Динамика вариабельности сердечного ритма студентов и школьников Арзамаса в процессе учебной нагрузки / Л.М. Статуева, С.А. Сабурцев, В.Н. Крылов // Вестник Нижегородского университета им. Н.И.Лобачевского, 2007. - №4. – с.82-87.
174. Стручкова И.В. Состояние функционального резерва адаптации по данным вариабельности сердечного ритма у здоровых детей 8-17 лет / И.В. Стручкова // Эколого-физиологические проблемы адаптации: материалы XV Всероссийского симпозиума. – М.: РУДН, 2012. – С. 210 – 212.
175. Судаков К.В. Системная организация функций человека: теоретические аспекты / К.В. Судаков // Успехи физиол. наук. – 2000. – Т.31. - № 1. – С. 81- 96.
176. Судаков К.В. Функциональные системы / К.В.Судаков. — Москва: «Издательство РАМН», 2011. — 320 с.
177. Тазиев Р.В. Методические рекомендации «Лечебная физкультура в лечении остеохондроза позвоночника» для специалистов отделений

восстановительного лечения / Р.В.Тазиев, В.Х. Даловский, Г.М. Плеханова, Р.А. Нурмухаметова. - Казань – 2003. – 75 с.

178. Твердякова Л.В. Особенности морфологической и функциональной адаптации детей Ставрополя / Л.В. Твердякова, О.А. Бутова // Научные труды I Съезда физиологов СНГ; под ред. Р.И. Сепиашвили.- М.: Медицина – Здоровье. – 2005. – Т.2. – С. 188.
179. Терещенко С.Н. Что мы знаем о частоте сердечных сокращений, и что дает ее урежение? / С.Н. Терещенко, Н.Г. Чуич, Н.А. Джаиани // Кардиология. – 2007. – Т. 47, № 6. – С. 78 – 84.
180. Торшин В.И. Показатели вариабельности сердечного ритма в зависимости от антропометрических и возрастных характеристик обследуемых / В.И. Торшин, Ю.Н. Семенов, А.Е. Северин, М. Номан, С. Менгисту, Е.Б. Якунина // Ю.С. Борейша, Е.А. Борейша, Е.В. Дорохов // XXII съезд Физиологического общества имени И.П. Павлова: Тезисы докладов. – Волгоград: Изд-во Волг ГМУ, 2013. – С. 526-527.
181. Удельнов М.Г. Учебное пособие по физиологии сердца / М.Г. Удельнов, Г.Е. Самонина. – М.: Изд-во МГУ, 1986. – 168 с.
182. Фатеев М.М. Изменения сердечного ритма у крыс при инсулиновой гипогликемии / М.М. Фатеев, П.К. Телушкин, А.С. Гущин, В.Е. Варенцов // Научные труды IV съезда физиологов СНГ / под ред. А.И. Григорьева, Ю.В. Наточина, Р.И. Сепиашвили. – М.: Медицина – Здоровье, 2014. – С. 99.
183. Фатеев, М.М. Локализация нейронов в звездчатом ганглии кошки / М.М.Фатеев // Физиол. журнал им. И.М.Сеченова. – 1992. – Т. 78, № 12. – С. 95 – 100.
184. Фатеев М.М. Локализация симпатических нейронов, иннервирующих сердце / М.М.Фатеев // Архив анатом., гистол. и эмбриол. – 1989. – Т. 97, вып. 7. – С. 23 – 27.
185. Флейшман А.Н. Медленные колебания гемодинамики / А.Н. Флейшман. – Новосибирск, 1999. – 264 с.

186. Флейшман А.Н. Медленные колебания кардиоритма и феномены нелинейной динамики: классификация фазовых портретов, показателей энергетики, спектрального и детрентного анализа / А.Н. Флейшман // Медленные колебательные процессы в организме человека. Теоретические и практические аспекты нелинейной динамики, хаоса и фрактальной физиологии и медицины. Материалы 3-го Всероссийского симпозиума (21 – 25 мая 2001 г.) – Новокузнецк, 2001. – С. 49 – 61.
187. Цатурян Л.Д. Адаптационные возможности организма подростков с учетом корреляционных взаимосвязей / Л.Д. Цатурян, Р.Х. Кувандыкова // Научные труды V Съезда физиологов СНГ, V Съезда биохимиков России, Конференции ADFLIM. – АСТА NATURAE / СПЕЦВЫПУСК том 1; под ред. А.И. Григорьева, Ю.В. Наточина, Р.И. Сепиашвили, А.Г. Габибова, В.Т. Иванова, А.П. Савицкого. – 2016 а. – С. 191.
188. Цатурян Л.Д. Возрастная динамика показателя активности регуляторных систем среди мальчиков-подростков разной национальности / Л.Д. Цатурян, Р.Х. Кувандыкова // Агаджаньяновские чтения: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Москва, 28-29 января 2016 г. – М.: РУДН, 2016 б. – С. 154 - 156.
189. Чаклин В.Д. Сколиозы и кифозы / В.Д. Чаклин, Е.А. Абальмасова. - М.: Наука – 1973. – 255 с.
190. Черникова Т. Кризис молодости в восприятии двадцатилетних / Т. Черникова // Прикладная психология и психоанализ. – 2004. - № 2. – С. 37-55.
191. Чернышова М.Р. Гипоталамические механизмы поддержания гомеостазиса эндогенного времени организма / М.Р. Чернышова // Научные труды 5 Съезда физиологов СНГ. – АСТА NATURAE / том I; под ред. Р.И. Сепиашвили, Ю.В. Наточина, А.И. Григорьева, В.Т. Иванова, А.Г. Габибова, А.П. Савицкого. – 2016. – С. 112.
192. Шаланова Е.Ю. Межполовые различия вегетативной регуляции сердечного ритма у студентов, проживающих в сложных

климатогеографических условиях / Е.Ю. Шаламова, В.Р. Сафонова // Агаджаньяновские чтения: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Москва, 28-29 января 2016 г. – М.: РУДН, 2016. – С. 166 - 168.

193. Шаханова А.В. Вариабельность сердечного ритма у юных футболистов и баскетболистов 10-15 лет в зависимости от соматотипа / А.В. Шаханова, А.А. Кузьмин // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: материалы V всеросс. симп. с международным участием / отв. ред. Р.М. Баевский, Н.И. Шлык, Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011.- С. 335-343.
194. Швалев В.Н. Морфологические основы иннервации сердца / В.Н. Швалев, А.А. Сосунов, Г. Гуски. – М.: Наука, 1992. – С. 368.
195. Шлык Н.И. Адаптация организма спортсменов с разными преобладающими типами вегетативной регуляции к тренировочному процессу / Н.И. Шлык, А.П. Жужгов, И.И. Шумихина // Научные труды 4 съезда физиологов СНГ / под ред. А.И. Григорьева, Ю.В. Наточина, Р.И. Сепиашвили. – М.: Медицина – Здоровье, 2014. – С. 251.
196. Шлык Н.И. Особенности вариабельности сердечного ритма у младших школьников с разными типами вегетативной регуляции в покое и при занятиях спортом / Н.И. Шлык, Е.Н. Сапожникова, Т.Г. Кириллова // Вариабельность сердечного ритма: Теоретические аспекты и практическое применение: материалы V всеросс. симп. с международным участием / отв. ред. Р.М. Баевский, Н.И. Шлык, Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2011.- С. 369-384.
197. Шлык Н.И. Сердечный ритм и тип регуляции у детей, подростков и спортсменов: монография / Н.И. Шлык. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2009. – 255 с.
198. Шпаков А.В. Исследование особенностей организации локомоторных движений человека в условиях пониженной гравитационной нагрузки / А.В. Шпаков, А.В. Воронов // Научные труды 5 Съезда физиологов СНГ. –

- АСТА NATURAE / том I; под ред. Р.И. Сепиашвили, Ю.В. Наточина, А.И. Григорьева, В.Т. Иванова, А.Г. Габибова, А.П. Савицкого.– 2016. – С. 35.
199. Шукуров Ф.А. Функциональные резервы организма, уровень здоровья и адаптивные возможности организма к действию стресса / Ф.А. Шукуров // Научные труды 2 съезда физиологов СНГ; под ред. А.И.Григорьева, Р.И. Сепиашвили, Ф.И.Фурдую. – Москва - Кишинэу: Медицина - Здоровье, 2008. – С. 214.
 200. Шукуров Ф.А. Характеристика регуляторных механизмов до и после лечения больных с остеохондрозом / Ф.А. Шукуров, Р. Наимов // Научные труды I Съезда физиологов СНГ. – Под ред. Р.И. Сепиашвили. - т.1. – М.: Медицина – Здоровье, 2005. – С. 162.
 201. Шутова С.В. Информативность параметров сердечного ритма и концентрации кортизола в слюне в оценке и прогнозировании адаптационного напряжения студентов / С.В. Шутова // Научные труды 5 Съезда физиологов СНГ. – АСТА NATURAE / том I; под ред. Р.И. Сепиашвили, Ю.В. Наточина, А.И. Григорьева, В.Т. Иванова, А.Г. Габибова, А.П. Савицкого. – 2016. – С. 128.
 202. Щербатых Ю.В. Вегетативные проявления экзаменационного стресса: Автореф. дис. докт. биол. наук: 03.00.13, 19.00.02 / Щербатых Юрий Викторович. - СПб., 2001. – 32 с.
 203. Щербатых Ю.В. Экзаменационный стресс: диагностика, течение и коррекция / Ю.В. Щербатых. – Воронеж: Студия «ЧАН», 2000. – 168 с.
 204. Яровая А.О. Оценка вариабельности ритма сердца при эндокринных заболеваниях у детей / А.О.Яровая, Н.С.Гончарук, Т.Н. Доронина, Н.Ю. Никулина, А.Ю. Подулясская // Астраханский медицинский журнал. Астрахань – 2015. – Т.10, №4. – С.31-39.
 205. Aloia J. Prevention of involutional bone loss by exercise / J. Aloia, S. Cohn, J. Ostuni//Ann. Intern.Med., 1978.- V. 89.- P. 356-358.
 206. Ahlquist R.P. A study of the adrenotropic receptors // Am. J. Physiol. – 1948. – V. 153, N.3. – P. 586-600.

207. Alonso-Fernandes A. Cardiac rhythm disturbances and ST-segment depression episodes in patients with obstructive sleep apnea-hypopnea syndrome and its mechanism / A. Alonso-Fernandes // *Chest*. – 2005. – V. 127. – N. 1. – P. 15 – 22.
208. Altuncu M.E. The use of short-term analysis of heart rate variability to assess autonomic function in obese children and its relationship with metabolic syndrome / M.E. Altuncu, O. Baspinar, M. Keskin // *Cardiol. J*. 2012. 19. (5). 501-506.
209. Barbic F. Early abnormalities of vascular and cardiac autonomic control in Parkinson's disease without orthostatic hypotension / F. Barbic // *Hypertension*. – 2007. – V. 49. – N. 1. – P. 120 – 126.
210. Baruscotti M. Physiology and pharmacology of the cardiac pacemaker ("funny") current / M. Baruscotti, A. Bucchi, D. DiFrancesco // *Pharmacol. Ther*. – 2005. – V. 107. – N. 1. – P. 59 – 79.
211. Benediktsdottir V.E. Effects of ageing and adrenergic stimulation on alpha 1 – and beta-adrenoceptors and phospholipid fatty acids in rat heart / V.E. Benediktsdottir, G.V. Sculadottir, S. Gudbjarnason // *Eur. J. Pharmacol*. – 1995. – V. 289. – N. 3. – P. 419 – 427.
212. Bern R.M. Физиология сердечно-сосудистой системы / R.M. Bern, M.N. Lewy // *Фундаментальная и клиническая физиология*; под ред. А.Камкина и А.Каменского. – М., Академия, 2004. – С. 516 – 702.
213. Birk E. Myocardial cholinergic signaling changes with age / E.Birk, R.K. Riemer // *Pediatr Res*. – 1992. – V.31, N.6. – P. 601-605.
214. Boehm S. Alpha 2 – Adrenoreceptors – mediated inhibition of acetylcholine-induced noradrenaline release from rat sympathetic neurons: an action at voltage-gated Ca²⁺ channels / S. Boehm, S. Huck // *Neuroscience*. – 1995. – V. 69. N. 1. – P. 221 – 231.
215. Brodde O.E. Beta-adrenoreceptors in cardiac disease / O.E. Brodde // *Pharmacol. Ther*. – 1993. – V.60, N.3. – P. 405-430.

216. Brodde O.E. Cardiac Adrenoreceptors: Physiological and Phatological Relevance / O.E. Brodde, H. Bruck, K. Leineweber // J. Pharmacol.Sci. – 2006. -V. 100. N. 5. – P. 323-337.
217. Brown H.F. How does adrenaline accelerate the heart? / H.F. Brown, D. Difrancesco, S.J. Noble // Nature. – 1979. V.280. – P. 235-236.
218. Bucchi A., M. Baruscotti, R.B. Robinson, D. Difrancesco Modulation of rate by autonomic agonists in SAN cells involves changes in diastolic depolarization and the pacemaker current / A. Bucchi, M. Baruscotti, R.B. Robinson, D. Difrancesco // J. Mol. Cell. Cardiol. – 2007. – V. 43. – N. 1. – P. 39 – 48.
219. Bylund D.B. Adrenoceptors / D.B. Bylund, R.A. Bond, D.E. Clarke et al. // in: The IUPHAR compendium of receptor characterization and classification. – L.: IUPHAR Media. – 1998. – P.58-74.
220. Caulfield M.P. Muscarinic receptors-characterization, coupling and function / M.P. Caulfield // Pharmacol Ther. – 1993. – V.58. N.3. - P. 319-379.
221. Cavalie A. Role of the GTP-binding protein Gs in the beta-adrenergic modulation of cardiac Ca channels / A. Cavalie, T.J Allen, W. Trautwein // Pflugers. Arch. – 1991. – V.419. N5. – P. 433-443.
222. Cecchi F. Epidemiology of back pain in a representative cohort of Italian persons 65 years of age and older: The InCHIANTI study / F. Cecchi, P. Debolini, R.M. Lova, C. Macchi, S. bandinelli, B Bartali, F. Lauretani, E. Benvenuti, G. Hicks, L. Ferrucci // Spine (Phila Pa 1976). – 2006 May 1; 31 (10): - P. 1149 – 1155.
223. Cripps T. Nocturnal hypoxia and arrhythmias in patients with impaired left ventricular function / T. Cripps, G. Rocker, J. Stradling // Br. Heart J. – 1992. – V. 68. – N. 4 – P. 382 – 386.
224. DiFrancesco D. Direct activation of cardiac pacemaker channels by intracellular cyclic AMP / D. DiFrancesco, P. Tortora // Nature. - 1991. – V. 351. – P. 145-147.

225. DiFrancesco D. Muscarinic modulation of cardiac rate at low acetylcholine concentrations / D. DiFrancesco, P. Ducouret, R.B. Robinson // *Science*. – 1989. – V.243, N.4891. – P. 669-671.
226. Elghozi J.L. Sympathetic control of short-term heart rate variability and its pharmacological modulation / J.L. Elghozi, C. Julien // *Fundam. Clin. Pharmacol.* 2007.21. – P. 337-347.
227. Elghozi J.L. Sympathetic control of short-term heart rate variability and its pharmacological modulation / J.L. Elghozi, C. Julien // *Fundam. Clin. Pharmacol.* – 2007. - T. 21. – N. 4. – P. 337 – 347.
228. Fauchier L. Prognostic value of heart rate variability for sudden death and major arrhythmic events with idiopathic dilated cardiomyopathy / L. Fauchier, D. Babuty, P. Cosnay, J.P. Fauchier // *J. Am. Coll. Cardiol.* – 1999. – Vol. 33, № 5. – P. 1203-1207.
229. Flemons W.W. Sleep apnea and cardiac arrhythmias. Is there a relationship? / W.W. Flemons, J.E. Remmers, A.M. Gillis // *Am. Rev. Respir. Dis.* – 1993. – V. 148. – N. 3. – P. 618 – 621.
230. Frere S.G. Pacemaker channels in mouse thalamocortical neurones are regulated by distinct pathways of cAMP synthesis / S.G. Frere, A.Luthi // *J. Physiol.* – 2004. - V.554, N.1. – P. 111-125.
231. Gibbins I.L. Vasomotor, pilomotor and secretomotor neurons distinguished by size and neuropeptide content in superior cervical ganglia of mice / I.L. Gibbins // *J. Auton. Nerv. Syst.* – 1991. - V. 34. – P. 171 -183.
232. Goldberger A. Is the normal heartbeat chaotic or homeostatic? / A. Goldberger // *News in Physiological Sciences*. – 1991. – N. 6. – P. 87 – 91.
233. Goldstein D.S. LF power of heart rate variability is not a measure of cardiac sympathetic tone but may be a measure of modulation of cardiac autonomic outflows by baro-reflexes / D.S. Goldstein, O. Benthoo, M.Y. Park, Y. Shara-bi // *Exp. Physiol.* - 2011. –V. 96. – P. 1255-1261.
234. Gray A.L. Parasympathetic control of the heart. III. Neuropeptide Y-immunoreactive nerve terminals synapse on three populations of negative

- chronotropic vagal preganglionic neurons / A.L. Gray // J.Appl. Physiol. – 2004. – V. 96. – N. 6. – P. 2279 – 2287.
235. Heart rate variability. Standards of Measurements, Physiological interpretation and Clinical Use. Circulation, 1996. – V. 93. – P. 1043-1065.
236. Hopkins D.A. Armour J.A Localization of sympathetic postganglionic and parasympathetic preganglionic neurons which innervate different regions of the dog heart / D.A. Hopkins // J. Comp. Neurol. – 1984. – V. 20. – N.2. – P. 186 – 198.
237. Hulme E.C. Muscarinic receptor subtypes / E.C. Hulme, N.J. Birdsall, N.J. Buckley // Annu. Rev. Pharmacol. Toxicol. – 1998. – V. 30. – P. 663-667.
238. Ivancev V. Cerebrovascular reactivity to hypercapnia is unimpaired in breath-hold divers / V. Ivancev // J. Physiol. – 2007. – V. 582. – N. 2. – P. 723 – 730.
239. Jauregui-Renaud, K. Cardio-respiratory responses evoked by transient linear acceleration / K. Jauregui-Renaud, R. Reynold, A.M. Bronstein, M.A. Gresty // Avia., Space, and Environ. Med. – 2006. – V. 77. – N. 2. – P. 114 – 120.
240. Ju Y.K. How does beta-adrenergic stimulation increase the heart rate? The role of intracellular Ca²⁺ release in amphibian pacemaker cells / Y.K. Ju, D.G. Allen // J. Physiol. – 1999. – V. 516. – Pt. 3. – P. 793 – 804.
241. Kamp T.J. Regulation of cardiac L-type calcium channels by protein kinase A and protein kinase C / T.J. Kamp, J.W. Hell // Circ Res. – 2000. – V. 87. – P. 1095-1102.
242. Keyl C. Cardiocirculatory coupling during sinusoidal baroreceptor stimulation and fixed-frequency breathing / C. Keyl // Clin. Sci. (Lond.) – 2000. – V. 99. – N. 2. – P 112 – 124.
243. Klimaschewsky L. Localization, regulation and function of neurotransmitters and neuromodulators in cervical sympathetic ganglia / L. Klimaschewsky, W. Kummer, C. Heym // Microsc. Res. Tech. – 1996. – V. 35. – P. 44 – 68.
244. Koehler U. Sleep-related respiratory disorders and coronary heart disease / U. Koehler // Pneumologie. – 1991. – V. 45. – Suppl. 1 – P. 253 – 258.

245. Langer S.Z. Prejunctional modulation of noradrenalin release by $\alpha 2$ -adrenoreceptors: physiological and pharmacological implication / S.Z. Langer, N.B. Stepperson // Vasc. Pharmacol. – 1982. - V. 4. – Suppl.1. – P. 35 – 40.
246. Lasarus A. Arrhythmia and syndrome of obstructive sleep apnea in adults. / A. Lasarus // Arch. Mal. Coeur. Vaiss. – 1993. – V. 86. – N. 12. – P. 1753 – 1759.
247. Lehrer P.M. Resonant frequency biofeedback training to increase cardiac variability: rationale and manual for training / P.M. Lehrer, E. Vaschillo, B. Vaschillo // Appl Psychophysiol Biofeedback – 2000 – Vol. 25(3) – P. 177-191.
248. Levitzki A. From epinephrine to cyclic AMP / A. Levitzki // Science. – 1988. – V.241, N.4867 - P. 800-806.
249. Levy M.N. Neural control of the heart / M.N. Levy, P.J. Martin // Handbook of physiology – the cardiovascular system. 1. Bethesda MD: American Physiological Society, 1979. – P. 581 – 620.
250. Liu Q.Y. Changes in alpha 1 – adrenoceptor coupling to Ca^{2+} channels during development in rat heart / Q.Y. Liu E., Karpinski, P.K. Pang // FEBS Lett/ - 1994. – V. 338. – N. 2. – P. 234 – 238.
251. Lonstein J.E. Prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth / J.E. Lonstein, M.C. Carlson // J Bone Joint Surg Am Vol, 1994; 66: - P. 1061-1071.
252. Machida M. Melatonin. A possible role in pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis / M. Machida, J. Dubousset, Y. Imamura, Y. Miyashita, Th. Yamada, J. Kimura // Spain. – 1996. - V. 21. - P. 1147-1152.
253. Matkovic V., Dekanic D., Kostial K. The rate of cortical bone loss according to age, sex and calcium intake//J.Bone Menr.Res. - 1988. — № 3. — S. 80.
254. McGinnis R.A. Biofeedback-Assisted Relaxation in Type 2 Diabetes / Ronald A. McGinnis, Angele McGrady, Stephen A. Cox, Kimber A. Grover-Dowling // Diabetes Care – 2005. – Vol. 28 №9 – P.2145-2149.
255. McGrady Angele. The effects of biofeedback in diabetes and essential hypertension / Angele McGrady // Cleveland Clinic Journal of Medicine – 2010 – Vol. 77 Suppl 3 – P. 68-71.

256. McKee M. G. Biofeedback: an overview in the context of heart-brain medicine / M. G. McKee // *Cleve Clin J Med.* – 2008. - №75 (suppl 2). – P. 31-34.
257. Miaoa Y. Activation and dynamic network of the M2 muscarinic receptor / Y. Miaoa, S.E. Nicholsb, P.M. Gasperb, V.T. Metzgerb, J.A. McCammona // *Proc Natl Acad Sci USA.* – 2013. – V.110, N.27. – P. 10982-10987.
258. Miller W.P. Cardiac arrhythmias and conduction disturbances in the sleep apnea syndrome. Prevalence / W.P. Miller // *Am. J. Med.* – 1982. - V. 73. – N. 3. – P. 317 – 321.
259. Mizeres M.J. The origin and course of the cardioaccelerator fibers in the dog / M.J. Mizeres // *Anat. Rec.* - 1958. – V. 132. – P. 261 – 279.
260. Morais T.F. Age- and sex-specific prevalence of scoliosis and the value of school screening programs. / T.F. Morais, M. Bernier, F. Turcotte // *Am J Public Health.* - 1985; 75: - P. 1377-1380.
261. Moss D. Handbook of Mind-Body Medicine for Primary Care / D. Moss, A. McGrady, T.C. Davies, I. Wickramasekera // London: Sade Publications; 2003. – 576 p.
262. Murakami S. Short-term desensitization of muscarinic K⁺ current in the heart / S. Murakami, A. Inanobe, Y. Kurachi // *Biophys J.* – 2013. – V.105, N.6-7. – P. 1515-1525.
263. Neves V.F.C. Autonomic modulation of heart rate of young and postmenopausal women undergoing estrogen therapy / V.F.C. Neves // *Braz. J. Med. and Biol. Res.* – 2007. – V. 40. – N. 4. – P. 491 – 499.
264. Niewiadomski W. Suppression of heart rate variability after supramaximal exertion / W. Niewiadomski // *Clin. Physiol. And Funct. Imag.* – 2007. – V. 27. – N. 5. – P. 309 – 319.
265. Pardini B.J. Indification of the sympathetic preganglionic pathway to the cat stellate ganglion / B.J. Pardini, R.D. Wurster // *J.Auton. Nerv. Syst.* - 1984. – V.11. – N.1 – P. 13 – 25.

266. Pardini B.J. Power spectral analysis of heart rate and arterial pressure variability as a marker of sympatho-vagal interaction in man and conscious dog / B.J. Pardini // *Circ. Res.* – 1989. – V. 59. – P. 178 – 193.
267. Park S.K. Low-Level Lead Exposure, Metabolic Syndrome, and Heart Rate Variability: The Va Normative Aging Study / S. K. Park, J. Schwartzs, M. Weisskopf, D. Sparrow, P. S. Vokonas, R. O. Wright, B. Coull, H. Nic, H. Hu // *Environ. Health Prspect.* – 2006. – Vol. 114, № 11. – P. 1718 – 1724.
268. Pepin J.L. Pathophysiology of cardiovascular risk in sleep apnea syndrome (SAS) / J.L. Pepin, P. Levy // *Rev. Neurol.* – 2002. – V. 158. – N. 8 – 9. – P. 785 – 797.
269. Piascik M.T. Alpha 1-adrenergic receptors: new insights and directions / M.T. Piascik, D.M. Perez // *J. Pharmacol. Exp. Ther.* – 2001. – V.298, N.2. - P.403-410.
270. Rahman E. LF power reflects baroreflex function, not cardiac sympathetic innervation / E. Rahman, S. Pechnik, D. Gross // *Clin. Auton. Res.* - 2011. - V. 21. - P. 133-141.
271. Ramaekers D. Cardiovascular autonomic function in conscious rats: a novel approach to facilitate conditions / D.Ramaekers, F. Beckers, H. Demeulemeester, A.E. Aubert // *Ann. Noninvasive Electrocardiol.* – 2002. – V.7, N.4. – P. 307-318.
272. Robinson R.B. Autonomic receptor-effector coupling during post-natal development / R.B. Robinson // *Cardiovasc. Res.* - 1996. - V.31. - E68-E76.
273. Skogland L.B. The incidence of scoliosis in northern Noorway. A preliminary report / L.B. Skogland, J.A. Miller // *Acta Orthop. Scand.* – 1978. – V. 49. - P. 635.
274. Song J.G. Effects of bilateral stellate ganglion block on autonomic cardiovascular regulation / J.G. Song, G.S. Hwang, E.H. Lee, J.G. Leem, C. Lee, P.H. Park, J.W. Shin // *Circ. J.* - 2009. - V. 73. – P. 1909-1913.
275. Stenberg G. Personality and the EEG. Arousal and emotional arousability / G. Stenberg // *Person, individ. Differ.* – 1992. – V.13. - №10. – P. 1097-1113.

276. Strause-Blasehe G. Relative timing of inspiration and expiration affects respiratory sinus arrhythmia / G. Strause-Blasehe // Clin. Exp. Pharmacol. Physiol. – 2000. - V. 27. – N 8. – P. 601 – 606.
277. Sutarto A. P. Heart Rate Variability (HRV) biofeedback: A new training approach for operators performance enhancement / A.P. Sutarto, M. N. Abdul Wahab, N. Mat Zin // Jurnal of Industrial Engineering and Management. – 2010. - № 3(1). – P. 176-198.
278. Urban-Rovan V. Incipient cardiovascular autonomic imbalance revealed by wavelet analysis of heart rate variability in Type 2 diabetic patients / V. Urban-Rovan // Diabet. Med. – 2007. – V. 24. – N. 1. – P. 18 – 26.
279. Varma D.R. Cardiovascular alpha1-adrenoceptor subtypes: functions and signaling / D.R. Varma, X.F. Deng // Can. J. Physiol. Pharmacol. – 2000. - V.78, N.4. – P.267-292.
280. Verrier R. L. Autonomic aspects of arrhythmogenesis: the enduring and the new / R. L. Verrier, C. Antzelevitch // Curr Opin Cardiol. – 2004. – Vol. 19, № 1. – P. 2-11.
281. Vizi E.S. Release modulating adrenoreceptors // In: Adrenoreceptors and catecholamine action. / Ed. G. Kunos. – New York, 1983, Bd.B. – P. 98 – 107.
282. Voigt N. Impaired Na⁺-dependent regulation of acetylcholine-activated inward-rectifier K⁺ current modulates action potential rate dependence in patients with chronic atrial fibrillation / N. Voigt, J.Heijman, A. Trausch, E. Mintert-Jancke, L. Pott, U. Ravens, D. Dobrev // J. Mol. Cell. Cardiol. – 2013. - N.61. – P. 142-152.
283. Waki H. Automation of analysis of cardiovascular autonomic function from chronic measurements of arterial pressure in conscious rats / H. Waki, K. Katahira, J.W. Poisson //Exp. Physiol. - 2006. – V. 91. (1). – P. 201-213.
284. Wang H. Function of cardiac M3 receptors / H. Wang, Y. Lu, Z. Wang // Auton. Autacoid. Pharmacol. – 2007. – V.27, N.1. – P.1-11.
285. Weinstein S.L. Curve progression in idiopathic scoliosis / S.L. Weinstein, I. Ponseti // J. Bone and Joint Surg. – 1993. – V. 65 – A: P.447.

286. Wenzel D.G. Interactions between sympathomimetic amines and locking agents on the rat ventricle strip / D.G. Wenzel, J.L. Su // Arch. Int. Pharmacod. Ther. – 1966. – V. 160. – P.379-389.
287. Wilhelm F.H. Improving estimation of cardiac vagal tone during spontaneous breathing using a paced breathing calibration / F.H. Wilhelm, P. Grossman, M.A. Coyle // Biomed. Sci. Instrum. – 2004. – V. 40. – H. 317 – 324.
288. Yabluchansky N. The heart rate variability (HRV) Point: Counterpoint discussion raises a whole range of questions, and our attention has also been attracted by the topic / N. Yabluchansky, A. Kulik, A. Martinenko // J. Appl. Physiol. – 2007. - № 102. – P. 1715.
289. Yasuma F. Respiratory sinus arrhythmia / F. Yasuma, J. Hayano // Chest. – 2004. – V. 125. – P. 683 – 690.
290. Zhang R. Mechanism of blood pressure and R-R variability: insights from ganglion blockade in humans / R. Zhang, K. Iwasaki, J.H. Zuckerman // J. Physiol. - 2002. – V. 543. (Pt. 1). – P. 337 - 348.
291. Zollei E. Respiratory effects on the reproducibility of cardiovascular autonomic parameters / E. Zollei // Clin. Physiol. and Funct. Imag. – 2007. – V. 27. – N. 4. – P. 205 – 210.
292. Zoppini G. Effect of moderate aerobic exercise on sympathovagal balance in Type 2 diabetic patients / G. Zoppini // Diabet. Med. – 2007. – V. 24. – N. 4. – P. 370 – 376.